

**DIE VEGETATIONSVERHÄLTNISSE DES BENNINGER RIEDES
UND IHRE VERKNÜPFUNG MIT DER VEGETATIONSGESCHICHTE
DES MEMMINGER TALES.**

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Ludwig - Maximilians - Universität

zu München

vorgelegt

von

Hans Langer

MÜNCHEN

Juli 1957

Berichterstatter: 1. Prof. Dr. F. Markgraf
2. Prof. Dr. L. Brauner

Tag der mündlichen Prüfung: 4. Dezember 1957



Die Vegetationsverhältnisse des Benninger Riedes und ihre Verknüpfung mit der Vegetationsgeschichte des Memminger Tales

Von

Hans Langer, München

Mit 3 Karten, 29 Abbildungen und mehreren Tabellen im Text und auf 16 Beilagen

Südlich von Memmingen, umgeben von Kulturland, liegt abgegrenzt durch Bäche das Benninger Ried. Noch in geschichtlicher Zeit nahm es eine viel größere Fläche ein als heute. Ursprünglich füllte ein Moor das Memminger Tal zwischen Woringen und Heimertingen aus, das aber durch Kulturmaßnahmen, wie Entwässerung oder Aufschüttung, aber auch Besiedlung, bis auf diesen kleinen Rest nutzbar gemacht wurde (vgl. S. 414).

Das heutige Ried ist etwa 20 ha groß und verdankt die Erhaltung seines Charakters, neben der abschirmenden Wirkung der Randbäche und des Naturschutzes, nicht zuletzt den beiden Mühlen. Dank ihrer wasserstauenden Wirkung wird ein zu rasches Abfließen des Quellwassers verhindert, so daß die Pflanzengesellschaften die für sie so wichtigen günstigen Wasserverhältnisse vorfinden. Heute untersagt das Naturschutzgesetz menschliche Eingriffe. In früherer Zeit wurden jedoch Veränderungen vorgenommen, so ist z. B. das Bachlaufsystem nicht mehr ursprünglich. Allerdings haben sich die Abänderungen so dem Charakter des Riedes angepaßt, daß sie nicht mehr als störend empfunden werden.

Seinen Ursprung leitet das Ried ausschließlich von den geologischen Verhältnissen des Memminger Tales und dessen wasserreichem Einzugsgebiet her. Der besseren Übersicht wegen werden diese Dinge erst im zweiten Teil der Arbeit erläutert, der die Vegetationsgeschichte des Memminger Tales in Verbindung mit den geologischen und klimatologischen Voraussetzungen als Grundlage haben wird (S. 395).

1. Das Benninger Ried

Die Pflanzengesellschaften

Abwechslungsreich, mosaikartig und doch klar abgegrenzt verteilen sich die Gesellschaften über das ganze Gebiet. Neben großflächigen Ausbildungen

bestimmter Assoziationen treten dazwischen flächenmäßig kleinere anderer Gesellschaften, die mehr auf- oder abbauenden Wert besitzen, und kartiert ergibt es ein buntes Bild.

Cladietum Marisci (VOLLMAR 1943)

Das Cladietum Marisci ist im Benninger Ried verhältnismäßig häufig vertreten. Neben einer typischen Ausbildungsform kommen auch noch verschiedene Degradationsstufen vor.

Die typische Ausbildung (Tab. 1, Aufn. 1—8) wird ausschließlich von *Cladium Mariscus* beherrscht. Nur als Einzelpflanzen eingestreut finden sich Arten, die in Wuchsform und Wurzelbildung konkurrieren können. Es handelt sich dabei fast durchwegs um hochschäftige Formen (z. B. *Epilobium parviflorum*, *Eupatorium cannabinum*) oder um Klimmer (z. B. *Galium palustre*, *Solanum Dulcamara*), die sich auf diese Weise einer Unterdrückung durch die Cladiumpflanzen entziehen. Im Zustand höchster Vitalität bildet *Cladium Mariscus* „reine Herde“ und spezifische Begleiter fehlen demzufolge. Besonders veranschaulichen dies die Stetigkeitswerte der auftretenden Arten. Nur 2% der Arten gehören der Stetigkeitsklasse V an. Der Stetigkeitsklasse III gehören 4%, der Stetigkeitsklasse II 8% an. Der größte Teil der Arten tritt aber so spärlich auf, daß er in die Stetigkeitsklasse I fällt.

Auf Grund einer Arbeit von LUTZ (Ber. d. Bayer. Bot. Ges. Bd. 23) werden zwei verschiedene Standortstypen unterschieden. Aber nicht in ihrer Artenzusammensetzung, sondern in etwas anders gearteten standörtlichen Voraussetzungen liegt der Unterschied. Zunächst sind als Standort flache, kalkreiche Tümpel und quellige, kalkreiche Sümpfe und Moore zu nennen, dann Verlandungsgürtel an kalkreichen Seen. Für das Benninger Ried gilt der erstgenannte Standortstyp, von dem sich alle anderen als Abbauförmungen herleiten.

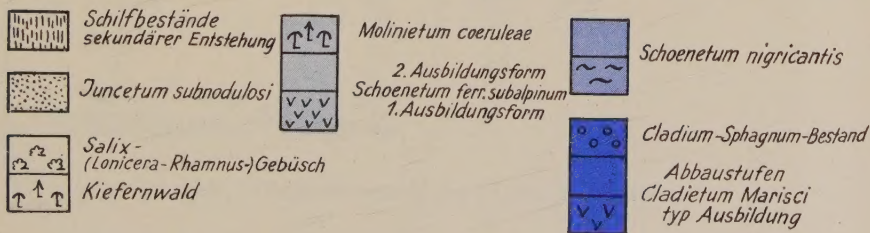
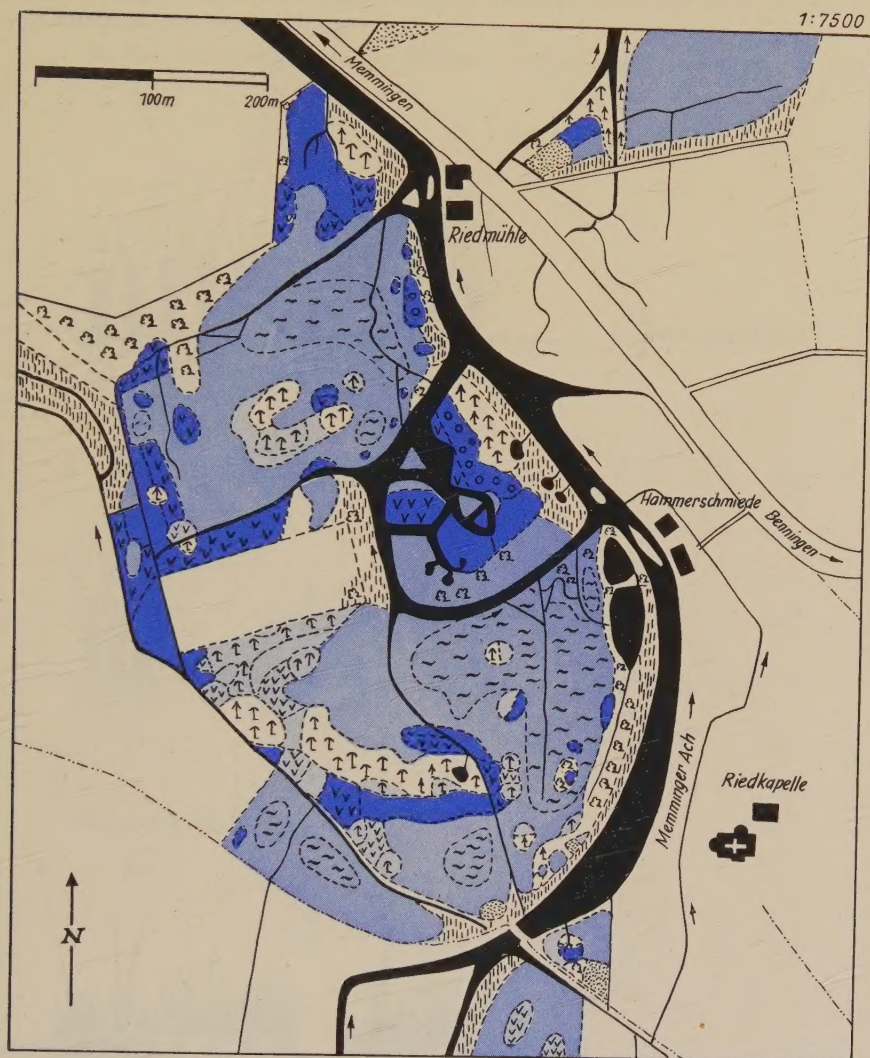
Nur im Zustand herabgesetzter Lebenskraft geht nämlich die Schneide Vergesellschaftungen mit anderen Pflanzen ein. Hier ist eine Ausbildung zu nennen, in die vor allem *Schoenus nigricans* eindringt. Hinzu kommen noch *Campylium stellatum*, *Drepanocladus intermedius*, *Ctenidium molluscum* und vereinzelt auch *Armeria purpurea* (Tab. 1, Aufn. 9—13). Diese Gesellschaft stellt bereits eine Abbauförmung dar und ist demnach aufgelockerter und moosreicher. Von einem direkten Übergehen des Cladietum in eine Kopfbinsen-gesellschaft kann man aber nicht sprechen; ist doch die herabgesetzte Vitalität der Schneide eine Folge der Wasserspiegelsenkung, was auf die Dauer auch der Kopfbirse nicht behagt. Dazu kommt noch die dauernde Anhäufung organischen Abfallmaterials, so daß diese Vergesellschaftung nur ein kurzes Übergangsstadium darstellt.

Einen Schritt weiter geht die Vergesellschaftung von *Cladium Mariscus* mit *Schoenus ferrugineus* und *Molinia coerulea*. Besonders in der durch *Molinia coerulea* gekennzeichneten Abbaustufen gesellen sich noch hinzu: *Bartsia alpina*, *Linum catharticum*, *Galium boreale*, *Lotus corniculatus* und *Briza media*. Nur

Char. Art	B e m e r k u n g e n																																							
	typische Ausbildung										1. Abbaustufe										2. Abbaustufe										Shagnum-Cladium-Ges.									
Ausbildungsform der Ass.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31									
Nummer Aufnahme fläche	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	4.5	5.5	5.5	5.5	5.5	4.5	3.5	2.1	5.5	5.5	5.5	3.5	1.1	2.1	1.1	3.1	2.1	1.1	2.1	1.1	3.2	3.2	2.1	3.2	2.1	2.1								
Cladium Mariscus																																								
Schoenus nigricans																																								
Schoenus ferrugineus																																								
Molinia coerulesa																																								
Sphagnum palustre																																								
Sphagnum acutifolium																																								
Polytrichum strictum																																								
Vaccinium Oxycoccus																																								
Epilobium parviflorum																																								
Eupatorium cannabinum																																								
Dryopteris cristata																																								
Mentha aquatica																																								
Galium palustre																																								
Epilobium hirsutum																																								
Cirsium palustre																																								
Solanum Dulcanara																																								
Lythrum Salicaria																																								
Stachys silvaticus																																								
Campylopus stellatus																																								
Drepanocladus intermedius																																								
Armeria purpurea																																								
Ctenidium molluscum																																								
Agrostis stolonifera																																								
Drosera rotundifolia																																								
Bartsia alpina																																								
Sesleria coer. var. uliginosa																																								
Linum catharticum																																								
Galium boreale																																								
Tofieldia calyculata																																								
Lotus corniculatus																																								
Briza media																																								
Parnassia palustris																																								
Scleropodium purum																																								
Laserpitium prutenicum																																								

Tabelle 1.

Verteilung der Pflanzengesellschaften
im Benninger Ried



Karte 1.

an ganz wenigen Stellen ist diese Gesellschaft zu finden und zeigt meist schon Strauch- und Baumbewuchs (Tab. 1, Aufn. 14—25). Diese Vergesellschaftung ist die unmittelbare Fortsetzung der durch das Eindringen von *Schoenus nigricans* begonnenen Entwicklung.

In der Verteilungskarte der Pflanzengesellschaften des Benninger Rie-

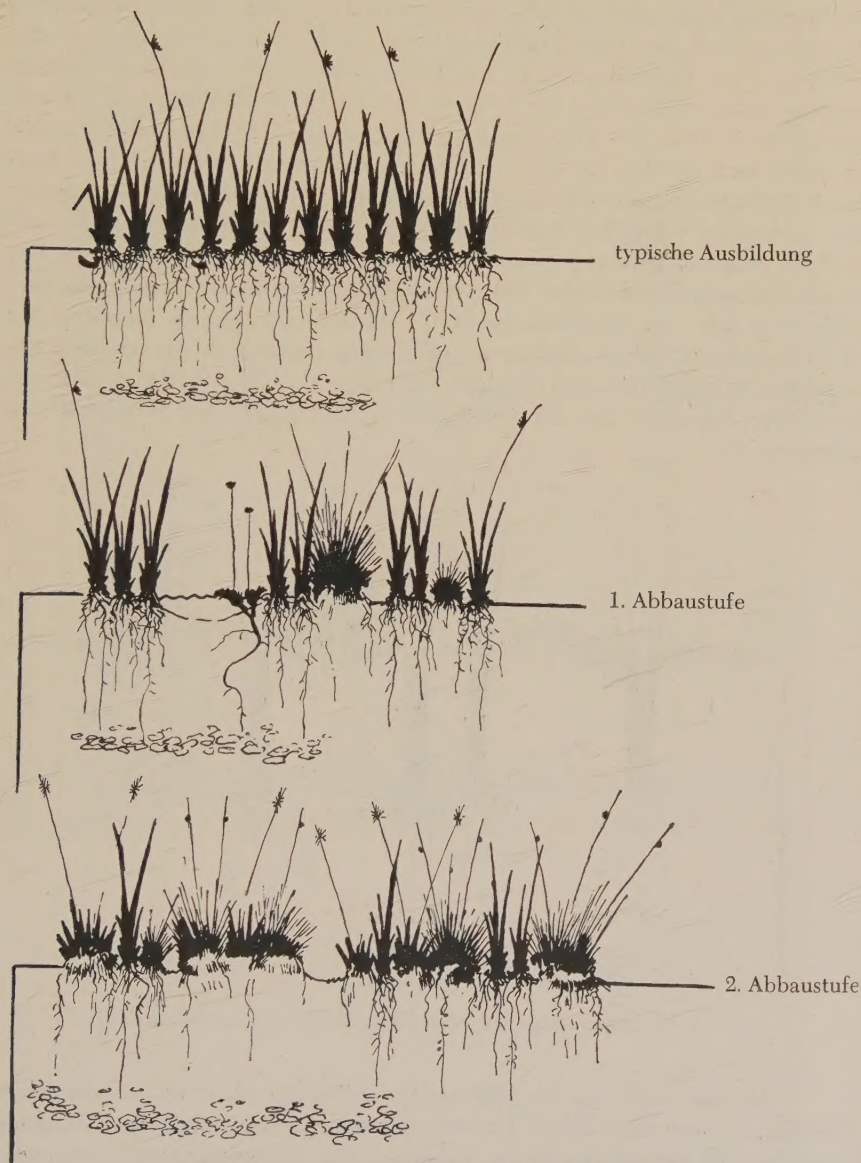


Abb. 1. Vegetationsprofil des Cladietum Marisci.

des wurden diese Abbaustufen zusammengefaßt; sie würden sonst nur die große Übersicht stören. Dagegen wurde, schon wegen der ökologischen Sonderstellung, eine sphagnumreiche Abbaustufe des *Cladietum Marisci* auch in der Karte besonders hervorgehoben. Offenbar aller Gesetzmäßigkeit zum Trotz sind hier einerseits Arten vergesellschaftet, die neutrophile bis basiphile Standorte besiedeln, andererseits aber solche, die mehr den sauren Bereich bevorzugen. Ihre Erklärung findet diese Zusammensetzung in der Schichtung des Wurzelraumes. In dieser Assoziation finden sich alle Übergänge von der ersten Ansiedlung der *Sphagna* bis zum Eintreffen von *Calluna vulgaris* (Tab. 1, Aufn. 26—31). Zunächst breitet *Cladium Mariscus* seine Wurzeln in einem noch reichlich mit Kalk versorgtem Medium aus. Schon geringe Rohhumusanhäufungen unterbinden eine vertikale Kalknachlieferung, wodurch es zur Ansiedlung von *Sphagnum* kommt, später von *Vaccinium Oxycoccos* und *Calluna vulgaris*. Vorläufig ist eine genügende Luft- und Kalkversorgung des Standortes noch gewährleistet. Mit zunehmendem Wachstum der *Sphagna* verschlechtert sich aber die Luftversorgung. Die Schneide verlegt daraufhin ihr Wurzelsystem in höhere Horizonte und gelangt dadurch in ein ihr nicht zusagendes Nährmedium. Ihre Vitalität sinkt. Ein ähnlicher Standort wird von LUTZ (Ber. Bayr. Bot. Ges. 23 (1938) 135) aus dem Eggstädter Seengebiet beschrieben.



Abb. 2. Wurzelschichtung in der *Cladium*-*Sphagnum*-Gesellschaft.

An einer Stelle, an der *Cladium* fast völlig verdrängt ist und sich schon *Calluna vulgaris* anzusiedeln beginnt, wurden Schlackenreste als Unterlage gefunden, die vermutlich aus der naheliegenden Hammerschmiede stammen. Auf Grund von pollenanalytischen Untersuchungen konnte nachgewiesen wer-

den, daß eine sekundäre Besiedlung des Schlackenhaufens vorliegt (vgl. hierüber später die Untersuchungen im angrenzenden Kiefernbestand).

Überhaupt zeigt das Cladietum Marisci im Benninger Ried die verschiedensten Sukzessionsrichtungen. Einmal besteht ein direkter Abbau zum Schoenetum nigricantis. Daneben erfolgt eine Entwicklung über ein Zwischenstadium mit *Schoenus ferrugineus* und *Molinia coerulea* zum Kiefernwald. Parallel dazu führt aber auch die sphagnumreiche Ausbildung zum Kiefernwald, und schließlich beobachtet man auch noch eine Tendenz in Richtung *Rhamnus frangula*-Gebüsch. Im Gegensatz zum Verlandungstyp an Seen erfolgt hier der Abbau nicht immer zum Schoenetum nigricantis.

Schoenetum nigricantis (Koch 1925)

Flächenmäßig am ausgedehntesten erscheint im Ried das Schoenetum nigricantis. Es liegt in zwei Ausbildungsformen vor, die sich durch Differentialarten abgrenzen lassen. Die Charakterarten dieser Assoziation besitzen fast durchwegs Stetigkeitswerte von V und IV. Als Besonderheit und lokale Charakterart tritt *Armeria purpurea* auf, die deshalb der vorliegenden Gesellschaft ein eigenes Gepräge verleiht. Am ehesten zu vergleichen ist diese Assoziation

1. Ausbildungsform



2. Ausbildungsform

Abb. 3. Vegetationsprofil des Schoenetum nigricantis.

auf Grund der übrigen Charakterarten mit Beständen, die von BAUMANN (1911), KOCH (1926) und ZOBRIST (1935) beschrieben wurden. Die von JENNE-EICKE (1950) und VOLLMAR beschriebenen weisen dagegen eine weitaus abweichendere Charakterkombination auf. Dem Schoenetum nigricantis des Benninger Riedes sind neben der erwähnten *Armeria purpurea* außerdem als Charakterarten eigen: *Orchis strictifolia*, *Centaurea jacea* var. *paludosa*, *Ctenidium moluscum*, *Riccardia pinguis* und *Catoscopium nigratum*.

Wie bereits erwähnt, lassen sich die beiden vorkommenden Subassoziationen leicht gegeneinander abgrenzen, und zwar durch Arten, die keinen dichten Rasenschluß lieben: *Pinguicula alpina*, *Utricularia minor*, *Agrostis stolonifera*, *Cratoneuron commutatum*, *Scytonema* cfr. *Myochrous* und *Nostoc* sp. Das Gesellschaftsprofil zeigt deutlich die Unterschiede in der Bewuchsdichte der Standorte. Während also in der einen Ausbildungsform die „Hoppen“ der Kopfbinse sehr weit auseinander liegen, so daß für „tuff- und almbildende Moose“ oder Pflanzen des freien Wassers Platz bleibt, schließt sich der Bewuchs im anderen Fall schon dichter, die offenen Wasserstellen werden bis auf einen geringen Anteil reduziert und die Tuffbildung in der Moosdecke nimmt ab oder fehlt ganz.

Im Zusammenhang mit der Bildungsweise des Schoenetum nigricantis erscheint ein Vergleich mit den von KOCH (1926) beschriebenen Bildungstypen interessant. Er unterscheidet zwei Entstehungsarten: a) aus Cladietum Marisci-Resten, b) innerhalb des Bereiches reichlich kalkführender Quellen, wo sich die Kopfbinse primär festsetzt. Entsprechend diesen Typen vollzieht sich auch im Benninger Ried die Sukzession. Aus dem Cladietum Marisci entsteht die Bildung, die beim Abbau dieser Gesellschaft durch Eindringen von *Schoenus nigricans* schon beschrieben wurde. Primär setzt sich die Kopfbinse auf den quelligen Schotterböden fest. Da aber jetzt primär keine Rohböden mehr vorhanden sind, kann man diesen Vorgang nicht mehr beobachten. An einigen Stellen sieht man aber, wie ursprüngliche Standorte der Kopfbinse zunächst ganz von Moosen eingenommen werden, dann aber wieder für *Schoenus nigricans* besiedlungsfähig werden. An den Quellen setzen sich „tuffbildende Moose“ fest, vor allem *Cratoneuron commutatum*, *Drepanocladus intermedius* und *Catoscopium nigratum*, und bilden eine eigene Gesellschaft. An der Ausbildungsform, wie sie heute anzutreffen ist, sind außerdem *Armeria purpurea* und *Sesleria coerula* var. *uliginosa* beteiligt. Gewöhnlich findet sich in der Mitte dieser Gesellschaft eine offene Wasserfläche, meist mit *Angelica silvestris*, *Cardamine pratensis*, *Eupatorium cannabinum* und *Mentha aquatica* (Tab. 2, Aufn. 36—42). Das Auftreten von *Armeria purpurea* und *Sesleria* stellt einen aufbauenden Schritt dar. Die Moose bilden nur solange Tuff, wie ihnen genügend kalkreiches Wasser zur Verfügung steht. Ihr Auftreten beginnt an den Rändern der Quelltümpel. Das Vorwachsen in das offene Wasser hält nicht Schritt mit dem Höhenwachstum. Schließlich bildet sich ein „Mooswall“, der in der Tiefe tuffig verfestigt ist.

Durch das wallartige Wachstum erfolgt in der Mitte ein Wasserstau, so daß über die normale Zeit hinaus Wasser zur Verfügung steht, dessen Spiegel sogar über dem normalen Wasserstand liegt. Die eindringenden *Armeria*- und *Sesleriawurzeln* bearbeiten mechanisch den Tuff, lockern und lösen ihn, so daß es zum Abfließen des Wassers und dadurch zu einer geringeren Vitalität der Moose kommt. Zu diesem Zeitpunkt setzt die Wiederbesiedlung durch die Kopfbinsen ein, die durch ihre intensive Bewurzelung weiter zur Zerkleinerung des Tuffs beiträgt. Regen und verstärkte Wasserbewegung verstärken die Nivellierung, bis schließlich die Kopfbinsen mit ihren Wurzeln bis zum Schotteruntergrund reicht. Jetzt kann durch direkte Ausfällung aus dem Wasser unter Beteiligung von Blaualgen Alm gebildet werden. Seine Bildungsweise wird später in anderem Zusammenhang genauer untersucht (S. 398). Die Moose mit den von Zeit zu Zeit anderswo austretenden Quellen verhindern nur ein zu langes Bleiben der Kopfbinsen am gleichen Standort und damit eine Anhäufung organischer Reste, die in ihrer Folge eine Sukzession in Richtung anderer Gesellschaften einleiten würde. So dient die moosreiche Gesellschaft an den Quellaustritten zur Selbsterneuerung des *Schoenetum nigricantis*.



Abb. 4. Vegetationsprofil der Quellfacies.

Die Weiterentwicklung des *Schoenetum nigricantis* erfolgt über die beiden Subassoziationen einerseits zum *Salix-Lonicera-Rhamnus*-Gebüsch, parallel dazu zum *Schoenetum ferruginei subalpinum*.

Im Zusammenhang mit dem Vorkommen von *Armeria purpurea* sei auch erwähnt, daß BAUMANN (1911) einen anderen Standort dieser Seltenheit beschreibt. Er gibt an, daß sie am Untersee (Bodensee) kiesige oder sandige, feuchte, selten trockenere Stellen des landeinwärts gelegenen Streifens der Grenzzone bewohne und gelegentlich die angrenzenden Teile der Sumpfwiesen (Wollmatingerried-Gehrenmoos), aber stets nur innerhalb der Hochwassermarken besiedle. Nach seinen Angaben findet sie sich in der Grenzzone vergesellschaftet mit *Carex Oederi*, *Carex panicea*, *Deschampsia littoralis* var. *rhénana*, *Agrostis alba* var. *prorepens*, *Juncus alpinus*, *Juncus lamprocarpus*, *Juncus compressus* und *Saxifraga oppositifolia*. Längs des Wollmatinger Riedes und auch des Gehrenmooses wächst die Riednelke auch im Bereich des überschwemmten Hanges auf sandigen Flächen zwischen Schilf, rückt aber auch landeinwärts in die Seewiesen, soweit diese vom Hochwasser erreicht werden. Dort ist sie vergesellschaftet mit *Schoenus nigricans*, *Molinia coerulea*, *Deschampsia caespitosa*, *Allium schoenoprasum*, *Allium suaveolens*, *Gentiana pneumonanthe*, *Stachys officinalis*, *Serratula tinctoria* und *Orchis Traunsteineri*.

Allein auf Grund dieser Aufzählung von Arten läßt sich leider kein Vergleich anstellen, müssen doch viele von ihnen verschiedenen Gesellschaften zugeordnet werden und dürften kaum in der Form, wie sie BAUMANN aufzählt, vergesellschaftet vorkommen. Soziologische Aufnahmen liegen nicht vor. Abgesehen davon scheint die *Armeria* der Bodenseestandorte, soweit diese überhaupt noch erhalten sind, eine andere Form als die Riednelke des Benninger Riedes zu sein. Allein schon die Standortbedingungen sind, vergleicht man die 1911 von BAUMANN am Bodensee beschriebenen Standort mit dem Benninger Ried völlig verschieden, so daß wenigstens zwei verschiedene Ökotypen einer Art vorliegen müssen. Sicher wäre es reizvoll, die Frage von dieser Seite her zu stellen.

Schoenetum ferruginei subalpinum (VOLLMAR 1947)

Das *Schoenetum ferruginei subalpinum* (Tab. 3) tritt im Benninger Ried nur kleinflächig auf, ist aber doch eindeutig gegen das *Schoenetum nigricantis* und das *Molinietum coeruleae* abzugrenzen. VOLLMAR (1947) hat diese Assoziation erstmalig beschrieben, und seine Arbeit wurde als Grundlage für die Aufstellung der Benninger Ausbildung genommen. Auf Grund der mit dem *Schoenetum nigricantis* gemeinsamen Charakterarten faßt er diese Gesellschaft als Subassoziation von jener auf. Meiner Erfahrung nach scheint diese Ansicht durchaus gerechtfertigt. Unterscheidungsarten gegenüber der Kopfbinsengesellschaft, die nur hier im Optimum vorkommen, sind *Schoenus ferrugineus*, *Sesleria coerulea* var. *uliginosa*, *Bartsia alpina*, *Aster Bellidiastrum* und *Prunella grandiflora*.

Der Schwerpunkt im Stetigkeitsdiagramm liegt in den niederen Klassen. 14% der Arten gehören der Stetigkeitsklasse V an, 5% der Klasse IV. Die Prozentsätze der Arten steigen in Klasse III auf 18%, in Klasse II auf 27%. Die Stetigkeitsklasse I enthält mit 37% die meisten Arten dieser Gesellschaft.

	Trennfaz. z. Schoenetus	Charakterist. d. Schoenetus nigr.	Diff. - Arten	Begleiter	Ausbildungsform der Assoziation		1. Ausbildungsform										2. Ausbildungsform									
					Nummer der Aufnahme	fläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
						V	2.2	1.2	+2	1.2	1.2	2.2	2.2	1.2	3.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.2	2.2	2.2	3.2	2.2		
						V	+1	1.2	2.3	+1	1.2	+1	1.2	+1	1.2	1.2	2.3	2.3	2.3	1.2	2.3	1.2	2.3	2.3		
						V	1.1	2.1	1.1	1.1	1.1	+1	1.1	1.1	+1	2.1	2.1	1.1	1.1	+1	2.1	1.1	2.1	2.1		
						V	1.1			2.1	1.1	+1		+1	+1	1.1	1.1			+1	+1	1.1	1.1	1.1		
						V	+1	r.1	r.1	r.1	r.1	r.1	r.1	r.1	r.1	r.1	r.1	+1		r.1	+1	+1		r.1		
						III	r.1			+1	r.1		r.1	r.1			+1	+1					r.1	+1		
						III	+1	+1		+1	r.1			r.1	r.1				r.1							
						II		r.1			r.1			r.1					r.1					r.1		
						II	r.1				r.1			r.1					r.1							
						II	r.1				r.1								r.1					r.1		
						II	+2	+2			+2		+2			+2			r.1		+2					
						III	1.2	2.2	2.2	2.2	1.2	2.2	2.2	3.2	1.2	1.2					+2					
						I		r.1				r.1		r.1												
						I		r.1				r.1														
						I		+2			+2			+2	+1											
						IV			+1				r.1	r.1		1.1	1.1	2.2	+1		1.1	1.1	+1	+1		
						II							r.1				+1			+1	+1	+1	+1			
						III	r.1				r.1						1.1	+1	1.1	+1		1.1	+1	1.1		
						V	1.1	1.1	2.2	1.2	1.1	1.1	1.1	+1	1.1	2.2	2.2	2.2	1.1	2.2	1.1	2.2	2.2	2.2		
						IV	1.1	+1	+1		+1		+1	+1	+1	+1	+1	1.1	+1		2.2	2.2	2.2	2.2		
						III	+1				+1			+1				1.1	+1	+1	+1	+1	+1			
						II	+1				+1			+1				+1					+1			
						III	+1	+1			+1			+1					+1							
						III	r.1			r.1		r.1						r.1	r.1		r.1	r.1	r.1	r.1		
						II	r.1			r.1		r.1						r.1	r.1		r.1					
						I		r.1					r.1													
						I		r.1					r.1													
						I							r.1													
						I			r.2					r.2					r.2		r.2					
						I								r.2					r.1							
						I								r.2										r.1		
						I								r.1												
						I																				
						II				r.1				+1				+1	r.1					r.1		
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				
						I																				

Tabelle 3.

Molinietum coeruleae (Koch 1925)

Charakter- arten	Ausbildungsform der Assoziation Nummer der Aufnahme­fläche	1. Ausbildungsform										2. Ausbildungsform								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Diff. Arten	<i>Molinia coerulea</i>	V	2·2	3·2	2·2	4·2	3·2	2·2	3·2	2·2	3·2	3·2	4·2	4·2	4·2	5·2	4·2	4·2	5·2	
	<i>Galium boreale</i>	V	+1	+1		1·1	+1	+1	+1	+1	+1		1·1	1·1	1·1	+1	1·1	+1	1·1	
	<i>Allium suaveolens</i>	III				+1		+1				+1	+1				+1		+1	
	<i>Succisa pratensis</i>	II			+1	r·1			r·1	r·1	r·1		r·1					r·1		
	<i>Laserpitium prutenicum</i>	I	r·1				r·1				r·1			r·1						
	<i>Sesleria coer., var. uliginosa</i>	II	r·1			r·1	r·1		r·1		+1	r·1	r·1							
	<i>Prunella grandiflora</i>	II				+1		r·1		1·1	r·1		+1							
	<i>Aster Bellidiastrum</i>	II	1·1			r·1	+1		r·1		r·1	+1	r·1				r·1			
	<i>Bartsia alpina</i>	II	r·1			r·1		r·1	+1		r·1									
	<i>Eriophorum latifolium</i>	II	r·1				r·1	r·1			r·1	+1							r·1	
B e g l e i t e r	<i>Carex glauca</i>	III	+1	1·1	+1		1·1	1·1	1·1		1·1	+1			+1			+1		
	<i>Carex Hostiana</i>	III		+1	+1	+1				+1	+1		+1		r·1			r·1		
	<i>Potentilla erecta</i>	V	2·1	2·1	+1	2·1	2·1	+1	1·1	2·1	1·1	1·1	2·1	2·1	1·1	+1	2·1	1·1	1·1	
	<i>Briza media</i>	IV		r·1	r·1		r·1		r·1		r·1	r·1	r·1	r·1			r·1	r·1		
	<i>Phyteuma orbiculare</i>	II			r·1				r·1		r·1				r·1	r·1				
	<i>Parnassia palustris</i>	II			r·1			r·1	+1		r·1			r·1						
	<i>Lotus corniculatus</i>	III	+1	r·1			+1	r·1			+1		1·1		r·1			r·1		
	<i>Cirsium palustre</i>	III		r·1				r·1	r·1				r·1			r·1				
	<i>Equisetum palustre</i>	III	r·1			r·1				+1		r·1	r·1		r·1		r·1	r·1		
	<i>Tofieldia calyculata</i>	II	r·1			r·1	r·1		r·1		+1	r·1	r·1							
B e g l e i t e r	<i>Pinquicula vulgaris</i>	I						r·1					r·1							
	<i>Primula farinosa</i>	I			r·1					r·1										
	<i>Centaurea jac. var. paludosa</i>	I						r·1												
	<i>Euphrasia Rostkioviana</i>	I					r·1													
	<i>Swertia perennis</i>	I								1·1			r·1							
	<i>Orchis strictifolia</i>	I						r·1												
	<i>Gentiana verna</i>	I									r·1									
	<i>Gentiana utriculosa</i>	I					r·1													
	<i>Dicranum undulatum</i>	II	1·2				2·3				1·2		+2			+2		+2		
	<i>Fissidens adiantoides</i>	II			+2							+2				+2	+2			
B e g l e i t e r	<i>Rhynchospora triquetra</i>	II			+2						+2							+2		
	<i>Scleropodium purum</i>	II							+2			+2			+2					
	<i>Hylacomium splendens</i>	I			+2												+2			
	<i>Aulacomnium palustre</i>	I							+2			+2								
	<i>Climacium dendroides</i>	I	1·1		+1	+1									+1					
	<i>Pinus sylvestris</i>					- 47 %	Deckungswert											- 70 %	Deckungswert	
	<i>Picea Abies</i>					- 7 %												- 13 %		
	<i>Rhamnus frangula</i>					- 4 %												- 8 %		
	<i>Lonicera coerulea</i>					- 1 %												- 2 %		
	<i>Juniperus communis</i>																	- 0,5 %		

Ab und zu können beobachtet werden: *Valeriana dioica*
Vicia cracca
Colchicum autumnale
Carex Davalliana
Myosotis palustris
Phragmites communis
Polygala amara

Camptothecium nitens
Anthoxanthum odoratum
Lythrum Salicaria
Angelica silvestris
Salix repens
Ranunculus montanus

Ranunculus acer
Helleborus viridis
Juncus subnodulosus
Lophocolea bidentata
Pleurozium Schreberi
Pohlia nutans

Tabelle 4.

Charakteristisch für die Benninger Ausbildung ist das Auftreten von Kiefernjungwuchs, besonders in der zweiten Ausbildungsform dieser Assoziation, die sich ihrerseits gegenüber der Vorstufe durch das Fehlen von *Schoenus nigricans* auszeichnet und schon zum Molinietum überleitet. Hier treten bis zu 30% Deckungswerte der Kiefernjungpflanzen auf. Der Rasenschluß ist jetzt fast vollkommen.



Abb. 5. Vegetationsprofil des Schoenetum ferr. subalpinum.

Molinietum coeruleae (Koch 1925)

Neben dem Schoenetum ferruginei subalpinum nimmt das Molinietum coeruleae die geringste Fläche ein. Infolge dieser geringen Ausdehnung gestattet diese Gesellschaft, wie auch die vorher beschriebene, keine Aufgliederung in typische Ausbildung und die dazu gehörigen Auf- und Abbaustufen. Die beiden vorliegenden Formen stellen ihrerseits Übergänge dar, von denen sich einer vom Schoenetum ferruginei subalpinum herleitet und noch Charakterarten dieser Pflanzengesellschaft aufweist, der andere bereits zum Kiefernwald überführt und dies durch seine Artenarmut anzeigt (Tab. 4).

Besonders wichtig erscheint es mir, darauf hinzuweisen, daß das Molinietum coeruleae des Benninger Riedes immer — nur ganz kleine Flächen sind ausgenommen — bewaldet ist. Und zwar stockt dort ausschließlich *Pinus silvestris*. Schon aus diesem Grund ist diese Gesellschaft mit von anderen Autoren beschriebenen nicht ohne weiteres gleichzusetzen. Eine Nutzung als Streuwiese lag, im Gegensatz zu den meist erwähnten Molinieten, niemals vor. Dadurch wurde der Kiefernverjüngung keine Grenze gezogen, die sich auch sofort einstellt, sobald es ihr die Bodenverhältnisse nur einigermaßen erlauben. Anfangs ist die Bestockung noch sehr licht, so daß sich auch typische Molinietenarten wie *Molinia coerulea*, *Laserpitium prutenicum*, *Galium boreale* und *Allium suaveolens* ansiedeln können. In dem Maß, wie sich die Kronen dich-

ter schließen, verschwinden diese Arten wieder. Die Stetigkeitswerte haben ihren Schwerpunkt in den niederen Klassen, genau wie im vorigen Fall (Stetigkeitsklasse I und II mit je 37 % der Arten). Auf die Stetigkeitsklasse V fallen nur 9 %, auf Klasse IV sogar nur 3 % der Arten. Die Klasse III enthält mit 15 % wieder mehr Arten. Der hohe Anteil an Arten mit nur geringer Stetigkeit weist auf den unstabilen Charakter dieser Gesellschaft hin. Tatsächlich ist es so, daß das Molinietum, zusammen mit dem Schoenetum ferruginei subalpinum, nur ein kurzfristiges Bindeglied zwischen Schoenetum nigricantis und dem Kiefernwald darstellt.



Abb. 6. Vegetationsprofil des Molinietum coeruleae.

Juncetum subnodulosi (Koch 1925)

Als besondere Ausbildung des Molinietums läßt sich an einigen Stellen diese Gesellschaft beobachten. Infolge der Lage der Bestände am Riedrand sind diese viel mehr den Außeneinflüssen durch Mensch und umgebende Kulturvegetation ausgesetzt, außerdem sehr kleinflächig, so daß ihre Zusammensetzung sehr bunt ist. Als Trennart treten *Juncus subnodulosus* und *Crepis paludosa* auf. Als Differentialart zwischen den beiden Ausbildungen innerhalb dieser Gesellschaft ist *Sphagnum acutifolium* aufzufassen, das unter ähnlichen Bedingungen eine Vergesellschaftung mit *Juncus* eingeht, wie sie schon bei der *Cladium-Sphagnum*-Assoziation erwähnt wurde (Tab. 5).

Tuncetum subnodulosi (Koch 1925)

[illegible]

Ganz selten treten auf:

- Phragmites communis
Mnium acrocladum cuspidatum
Eriophorum latifolium
Filipendula ulmaria
Menyanthes trifoliata
Galium mollugo
Caltha palustris
Carex hostiana
Carex davalliana
Carex glauca
Rhinus europaeus
Trianthus frangula
Festuca ovina
Lonicera coerulea
Mnium seligeri
Scleropodium purum
Dicranum undulatum
Listera ovata

Tabelle 5.

Kiefernwald

Als vorläufiger Schlußpunkt der gesamten Entwicklungsreihe der Gesellschaften steht der Kiefernwald. Er hat sich aus zwei parallel zueinander verlaufenden Sukzessionsreihen entwickelt. Einmal erfolgte die Entstehung aus dem Schoenetum nigricantis über das Molinietum coeruleae, dann parallel dazu aus der sphagnumreichen *Cladium*-Gesellschaft. In seinem Bestockungsaufbau aber zeigt er keine wesentlichen Unterschiede.

Wie schon erwähnt, geht die eine Entwicklungsreihe vom Cladietum bzw. Schoenetum nigricantis über das Schoenetum ferruginei subalpinum und das Molinietum coeruleae zum Kiefernwald. Dessen Flächenausdehnung liegt in der Größenordnung der des Molinietums, außerdem ist es die erste Generation, die dort stockt. Das Höchstalter der Bäume schwankt zwischen 50—80 Jahren, alte Stöcke deuten darauf, daß einige vielleicht noch älter wären. Infolge seines geringen Alters, seiner geringen Ausdehnung und als direktes Sukzessionsglied nach dem Molinietum weist er in der Krautschicht noch Arten dieser Assoziation auf, soweit es die Strauchschicht zuläßt. In der Strauchschicht herrschen *Viburnum Lantana*, *Rhamnus frangula*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera coerulea* und *Rubus idaeus*. *Lonicera coerulea* hat neben dem *Salix-Lonicera-Rhamnus*-Gebüsch hier ihr hauptsächlichstes Vorkommen. Sie findet sich besonders in den lichten Randzonen. Neben *Pinus silvestris* in der Baumschicht, die etwa 80 % des Kronenraumes einnimmt, tritt noch *Picea Abies* in einigen älteren Individuen auf. Alle anderen sich einstellenden Arten wie *Fraxinus excelsior*, *Quercus Robur*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pubescens* und *Prunus Padus* sind z. T. noch sehr jung und bleiben innerhalb der Strauchschicht. Unter den Sträuchern, die stellenweise die Krautschicht völlig verdrängen, findet sich ein mehr oder wenig lückiger Mooswuchs verschiedenster Art und von verschiedenem Zeigerwert für die Standortsverhältnisse. Neben Arten, die auf besseren Bodenzustand bezüglich des Kalkgehaltes hinweisen (*Mnium undulatum*, *Rhodobryum roseum*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus*) treten weniger Kalkgehalt bevorzugende Arten auf (*Rhytidiadelphus squarrosus*, *Climacium dendroides*, *Dicranum scoparium*, ganz gering auch *Sphagnum palustre*). Im wesentlichen dürfte dies damit zusammenhängen, daß sich das Gleichgewicht innerhalb des Bestandes noch nicht eingespielt hat.

Die parallel dazu verlaufende Entwicklungsreihe geht vom Cladietum *Marisci* aus und führt über die *Cladium-Sphagnum*-Gesellschaft zum Kiefernwald. Andeutungsweise wurde sie schon bei der Besprechung des Cladietum *Marisci* erwähnt. In nichts unterscheidet sich die Zusammensetzung des Strauch- und Baumbestandes von der vorigen Gesellschaft, lediglich daß hier der Anteil der Fichte höher ist. Die Krautschicht fehlt dagegen fast völlig und die Moosvegetation ist weitaus lückiger ausgebildet. Vom Bachrand dringt Schilf in den Bestand ein. Auch an der Randzone zum *Sphagnum-Cladium*-Bestand gibt es eine Überschneidung. Zunächst deutete nichts auf einen entwicklungsmäßigen Zusammenhang beider Gesellschaften. Die Durchdringung wurde nur als

sekundäres Vordringen der Kiefer gedeutet. Erst als Bohrprofile mit daraus erworbenen Pollendiagrammen erstellt wurden, war der Zusammenhang klar.

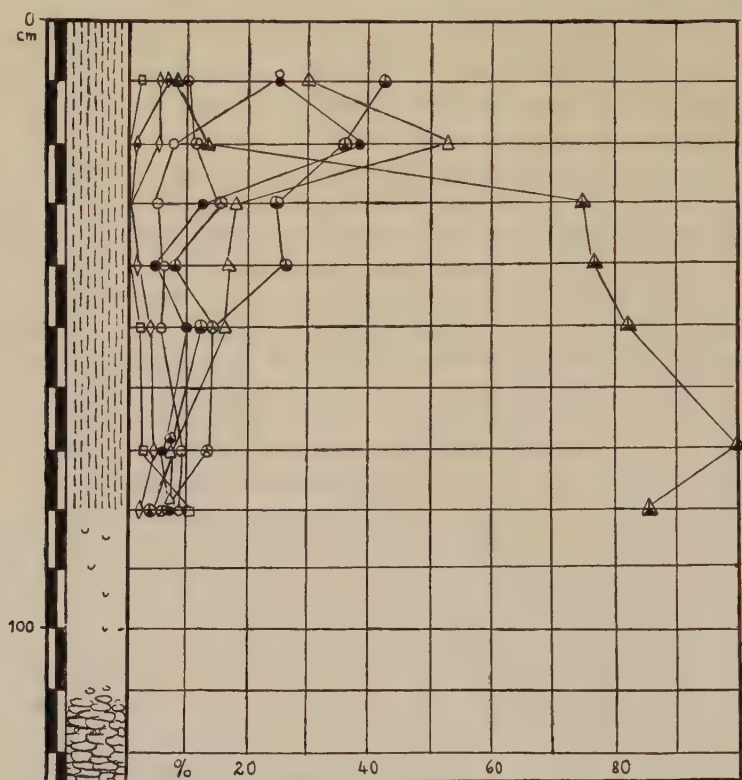


Abb. 7. Diagramm D₁.

Es wurden zwei Bohrungen vorgenommen. Sie sind 110 cm bzw. 100 cm tief, darunter stößt man auf Schotter. Bei der Erstellung der Diagramme zeigte sich, daß in Bohrung D₁ erst bei 80 cm die ersten Pollen gefunden wurden, in Bohrung D₂ bei 70 cm. Das Erhaltenbleiben der Pollen setzte zu einem Zeitpunkt ein, der es dem Alm nicht mehr erlaubte sie zu zerstören, d. h. es muß sich soviel Material angesammelt haben, das den vertikalen Einfluß des Alms aufhob. Sphagna sind von diesem Zeitpunkt an üppig gediehen, worauf der hohe Prozentsatz an Sporen zu Beginn der Kurven hinweist. Mit der absteigenden Sporenkurve beginnt die Pollenkurve von *Picea* und *Pinus* zu steigen, was sicherlich zum großen Teil nicht auf Fernflug zurückzuführen ist. Gleichzeitig damit steigt auch die Kurve von *Calluna vulgaris*, während *Vaccinium Oxycoccus* gleichbleibende Werte aufweist. Interessant ist das Auftreten von *Compositen*- und *Epilobium*pollen in dem Diagramm D₁, da *Cirsium arvense* und *Epilobium angustifolium* heute noch in der *Cladium-Sphagnum*-Gesellschaft zu

finden sind. Ähnliches liegt im Diagramm D₂ vor, nur daß hier *Calluna*- und *Vaccinium*pollen fehlen, obwohl beide Bohrungen etwa 15 m voneinander durchgeführt wurden. Die Sukzession muß also hier allein aus dem Verhältnis von *Sphagnum*sporen und *Pinus*- bzw. *Picea*pollen gedeutet werden. Was den Unterschied im Beginn des Erhaltenbleibens von Pollen und Sporen in den beiden Bohrungen anbetrifft, kann die Tatsache etwas zur Klärung beitragen, daß Bohrung D₂ am Rand eines ehemaligen Baches gezogen wurde, der diese Fläche früher nach Osten entwässerte. Vielleicht ist dies auch gleichzeitig eine Erklärung für das Fehlen der Ericaceenpollen in Diagramm D₂.

Kiefernwald			
Ausbildungsform		I	II
Baumschicht	<i>Pinus silvestris</i>	5	5
	<i>Picea Abies</i>	1	3
	<i>Sorbus aucuparia</i>	1	r
	<i>Betula pubescens</i>	1	1
	<i>Prunus Padus</i>	1	r
	<i>Fraxinus excelsior</i>	+	
	<i>Quercus Robur</i>	r	
Strauchschicht	<i>Lonicera coerulea</i>	1	2
	<i>Rhamnus frangula</i>	1	3
	<i>Ligustrum vulgare</i>	1	+
	<i>Viburnum Opulus</i>	+	r
	<i>Solanum Dulcamara</i>	+	r
	<i>Lonicera Xylosteum</i>	+	
	<i>Viburnum Lantana</i>	1	
	<i>Rosa canina</i>	r	
	<i>Rubus idaeus</i>	1	
	<i>Rubus caesius</i>	r	
	<i>Juniperus communis</i>	r	
	<i>Daphne Mezereum</i>	+	
	<i>Rhamnus catharticus</i>		r
	<i>Crataegus monogyna</i>		r
	<i>Alnus incana</i>		r

Ausbildungsform I

Krautschicht: *Molinia coerulea*, *Potentilla erecta*, *Equisetum palustre*, *Galium boreale*, *Carex glauca*, *Cirsium palustre*; vereinzelt: *Carex rostrata*, *Eupatorium cannabinum*, *Epilobium hirsutum*, *Galium palustre*, *Valeriana dioica*, *Veronica Beccabunga*, *Caltha palustris*.

Moosschicht: *Mnium undulatum*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und *squarrosus*, *Climacium dendroides*, *Thuidium tamariscinum*, *Dicranum undulatum* und *scoparium*, *Rhodobryum roseum*, *Sphagnum palustre*, *Mnium affine*, *Eurhynchium striatum*, *Lepidozia reptans*, *Radula complanata*, *Frullania dilata*, *Pohlia nutans*, *Pleurozium Schreberi*.

Ausbildungsform II

Krautschicht: fehlt.

Moosschicht: *Sphagnum palustre*, *Sphagnum acutifolium*, *Hylocomium splendens*, *Mnium affine*, *Scleropodium purum*, *Eurhynchium striatum*, *Lophocolea heterophylla*, *Lophozica excisa*, *Riccardia multifida*, *Odontoschisma elongatum*, *Pleurozium Schreberi*, *Plagiothecium denticulatum*.

Eine Vorstellung über den Zeitraum einer solchen Entwicklung erhält man, wenn man bedenkt, daß es sich auch im vorliegenden Fall um ein Kieferngehölz handelt, dessen älteste Bäume (auch hier sind alte Stöcke vorhanden) jetzt kaum älter als 100 Jahre wären, daß aber die erste Beobachtung von *Vaccinium Oxycoccus* aus dem Benninger Ried von 1756 stammt (ERHART 1756), d. h., daß damals noch keine geschlossene Kiefernbestockung vorhanden gewesen sein kann. Schwieriger ist es, etwas über die Ursache des Beginns dieser Entwicklung auszusagen. Die Vermutung liegt nahe, daß die Bachlaufänderungen, die gerade früher in diesem Gebietsteil vorgenommen wurden, im Zusammenhang mit dem Beginn der Sphagnumbesiedlung stehen. Konnte doch dadurch sehr leicht eine Wasserspiegelschwankung herbeigeführt werden. An Hand alter Karten, die diese Änderungen noch nicht enthalten, läßt sich dies zeigen. Nur sind die Karten jünger als die ersten Funde von *Vaccinium Oxycoccus*, die rund 70 Jahre früher gemacht wurden. Viel eher dürfte diese Gesellschaftsbildung mit dem Schließen und Öffnen der Schleusen der Riedmühle und der damit verbundenen Wasserspiegelschwankung zusammenhängen. Da dieser Bestand unmittelbar an den Bach grenzt, in dem sich die Schwankungen am meisten auswirken, wird diese Annahme noch wahrscheinlicher.

Der Kiefernwald ist aber noch nicht das eigentliche Schlußglied. Er bildet nur ein vorläufiges Endstadium. Ansätze zu einer Weiterentwicklung sind jedoch schon vorhanden. Sobald die Kiefer bestandsbildend auftritt, das Kronendach sich geschlossen hat, bleibt ihre Verjüngung aus. Der Kiefer als Lichtholzart ist es nur in den sich immer wieder neu bildenden Gesellschaften des Schoenetum ferruginei subalpinum und des Molinietum möglich, sich zu verjüngen. Im Kiefernbestand tritt, soweit es die Strauchschicht erlaubt, Fichtenjungwuchs auf. Der Fichtenanflug vertritt die verhinderte Kiefernverjüngung. Die Fichte vermag sich als Halbschattenholzart besser im Jugendstadium zu behaupten; zusätzlich findet sie für sich vorbereitete Bodenverhältnisse vor. Als letztes Glied wird sich also ein Fichtenmoorwald bilden.

Salix-Lonicera-Rhamnus-Gebüsch

Als letzte Gesellschaft bleibt nur noch das *Salix*-Gebüsch zur Beschreibung. Nur an ganz wenigen Stellen entstammt es einer natürlichen, unbeeinflussten Sukzessionsreihe. Der Großteil des im Benninger Ried zu beobachtenden *Salix*-Gebüsches entwickelt sich unter mehr oder weniger starker Beeinflussung durch den Menschen.

Nach der Anlage der Weiher verwandelten sich die Pflanzengesellschaften südlich davon in ein großes Weidengebüsch, das heute noch einen sehr un-

ausgeglichene Charakter trägt. Zum Teil sind noch kleine *Schoenus nigricans*-Flecken vorhanden, teils *Juncus subnodulosus*, meist aber *Phragmites communis* vorherrschend. Moosdecken verschiedenster Zusammensetzung bilden den Bodenbelag. Die hauptsächlichsten Vertreter sind *Mnium Seligeri*, *Acrocladium cuspidatum* und *Aulacomnium palustre*. Die Strauchschicht wird in der Hauptsache von *Salix Elaeagnos* und *Salix myrsinifolia* beherrscht. Daneben sind an ihrem Aufbau *Alnus incana*, *Viburnum Opulus* und *Lantana*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera coerulea* und *Xylosteum*, *Rhamnus frangula*, *Populus tremula* und *Picea Abies* beteiligt.

Im Nordteil des Benninger Riedes, unmittelbar an das Wiesengelände angrenzend, zieht sich nochmals ein Streifen Weidengebüsch, der ebenfalls erst durch menschlichen Einfluß entstand. Der Bestand stockt auf altem Grabenaushub, und keinerlei offene Wasserstellen sind zu beobachten. Der Bestandsaufbau weicht daher von dem vorigen etwas ab. Die Moosdecke besteht meist aus *Mnium Seligeri*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und *squarrosus*, stellenweise aus *Eurhynchium striatum*. Sie entspricht zum Teil der Moosdecke in den Kiefernbeständen unter der dichten Strauchschicht. Die Strauchschicht wird hauptsächlich von *Salix myrsinifolia*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum Lantana* und *Opulus*, *Populus tremula* und *Picea Abies*, vor allen Jungwuchs, aufgebaut. *Lonicera coerulea* tritt nur ab und zu auf.

Nur an ganz wenigen Stellen beobachtet man auf Grund der natürlichen Sukzession entstandenes Weidengebüsch. Es liegt immer inmitten des *Schoenenum nigricantis*. In jedem Fall sind es nur Anfangsstadien dieser Ausbildung. Das im Rahmen der natürlichen Sukzession entstandene Weidengebüsch zeichnet sich durch eine arten- und individuenarme Krautschicht aus. Nur Sträucher und Moose sind wesentlich am Aufbau beteiligt. Charakteristisch sind *Salix Elaeagnos*, *Lonicera coerulea* und *Rhamnus frangula*, die immer vorherrschen. Die Moose setzen sich durchwegs aus Formen zusammen, die feuchtigkeitsliebend, aber keineswegs anspruchsvoll sind.

In der Strauchschicht treten auf (die Stetigkeitswerte sind in Klammern angegeben):

Salix Elaeagnos (IV), *Rhamnus frangula* (V), *Lonicera coerulea* (V), *Picea Abies* (IV), *Betula pubescens* (II), *Pinus silvestris* (I), *Fraxinus excelsior* (I), *Sorbus aucuparia* (I), *Ligustrum vulgare* (I), *Quercus Robur* (I), *Viburnum Opulus* (I), *Crataegus monogyna* (I).

In der Krautschicht treten auf (alle mit der Stetigkeit I): *Epilobium parviflorum*, *Dryopteris cristata*, *Angelica silvestris*, *Cirsium oleraceum* und *palustre*, *Mentha aquatica*, *Eupatorium cannabinum*, *Solanum Dulcamara*, *Lycopodium annotinum* und *Selago*.

In der Mooschicht treten auf:

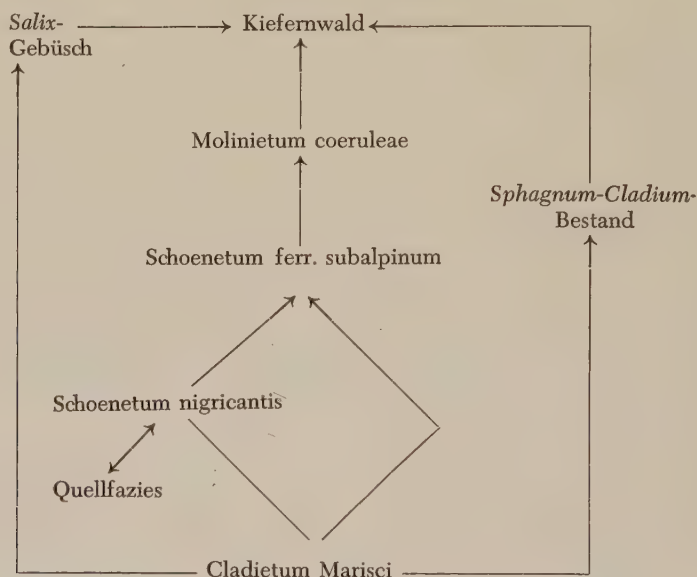
Hypnum cupressiforme (V), *Fissidens adiantoides* (V), *Mnium Seligeri* (IV), *Camptothecium nitens* (IV), *Dicranum undulatum* (IV), *Climacium dendroides* (IV), *Aulacomnium palustre* (IV), *Thuidium tamariscinum* (III), *Poly-*

trichum formosum (III), *Hylocomium splendens* (III), *Eurhynchium striatum* (II), *Sphagnum acutifolium* (II), *Acrocladium cuspidatum* (II), *Mnium undulatum* (I), *Ctenidium molluscum* (I), *Scleropodium purum* (I), *Pleurozium Schreberi* (I), *Sphagnum palustre* (I), *Pohlia nutans* (I), *Marchantia polymorpha* (I).

Ob vom *Salix*-Gebüsch noch eine Weiterentwicklung vor sich gehen wird, ist noch nicht klar zu erkennen. Kleine Ansätze im Auftreten von *Pinus* und *Picea* sind allerdings zu beobachten. Die Möglichkeit dieser Entwicklung besteht durchaus und ist sogar wahrscheinlich.

Überblick über die Sukzessionsfolge

Die in der Beschreibung der Gesellschaften aufgezeigten Entwicklungsrichtungen seien der besseren Übersicht wegen hier nochmals als Schema wiedergegeben.

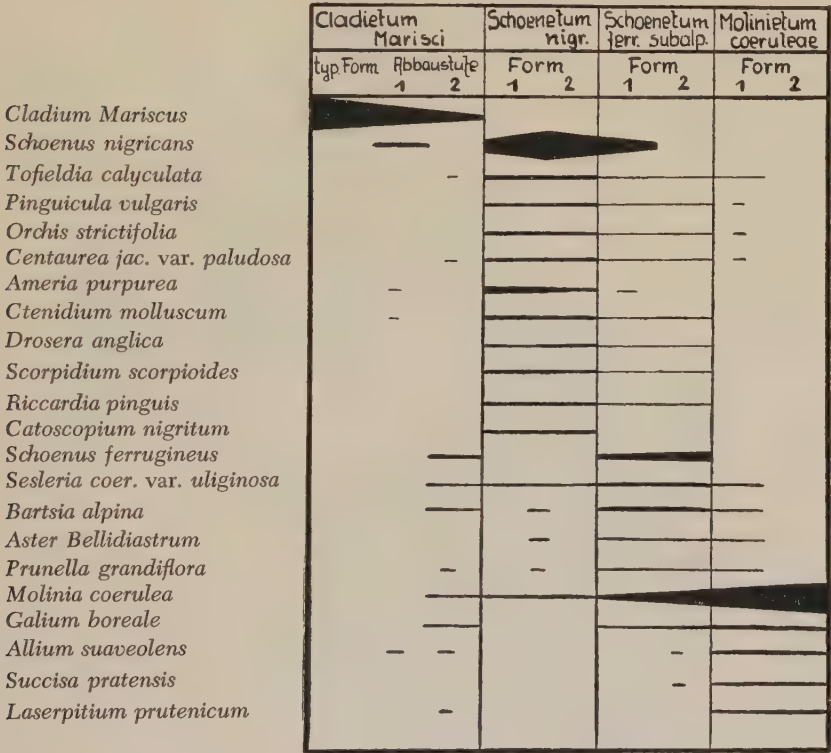


Die fortschreitende Umgestaltung der Assoziationen wird durch die Abänderung der Charakterartenzusammensetzung sichtbar. Zum näheren Verständnis dieser Sukzession und der Abgrenzung der Gesellschaften dient die übersichtliche, schematische Darstellung der Charakterartenverteilung in den einzelnen Pflanzenbeständen (Abb. 8).

Ausschließlich aus der Sukzession ist auch die sich ändernde mittlere Artenzahl der Gesellschaften zu verstehen, die einerseits auf die verdrängende Wirkung von *Cladium Mariscus*, andererseits auf die zunehmende Bewaldung zurückzuführen ist. In der nachfolgenden Tabelle ist für einige Pflanzengesell-

schaften die mittlere Artenzahl vergleichsweise dargestellt. Zusätzlich wurden auch die mittleren Artenzahlen für die einzelnen Entwicklungsphasen der Gesellschaften ermittelt. Dabei ist vielleicht besonders die Unduldsamkeit von *Schoenus nigricans* zu erwähnen, die bei zunehmendem Rasenschluß in der zweiten Ausbildung des Kopfbinsenbestandes die Artenzahl herunterdrückt.

Abb. 8. Charakterarten-Schema



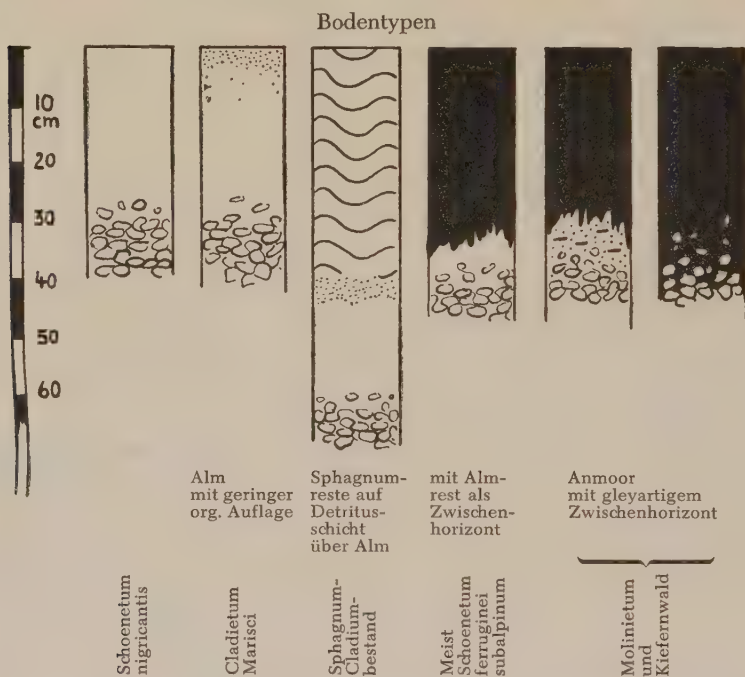
	Cladietum Marisci			Schoenetum nigricantis		Schoenetum ferr. subalpinum		Molinetum coeruleae	
Mittlere Artenzahl je Assoziation	7,6±1,7			18,8±2,8		17±2,7		11,1±2,2	
je Ausbildungsform	7±1,6	9±0,9	6,8±2,6	21,2±2,4	16,5±2,3	16,5±2,8	17,5±2,6	14,7±3	7,6±1,5

Vergleich der Standortsverhältnisse

Bodenarten

Für die vergleichende Betrachtung der Standortsverhältnisse eines Gebietes ist zunächst die Ausscheidung und Verteilung der verschiedenen Bodentypen wichtig. Bestimmung und Benennung der beiden vorkommenden Bodengrundtypen erfolgte nach KUBIENA. Zu erwähnen ist, daß nur die Fläche bodenmäßig kartiert wurde, die von den vorher beschriebenen Pflanzengesellschaften besiedelt wird.

Flächenmäßig am ausgedehntesten findet sich der Alm. Profil: Auf eine mehr oder weniger gut geschlossene Vegetationsdecke folgen 20—30 cm Alm, der sich in seinen unteren Lagen immer mehr mit Schotter vermischt. Darunter folgt anstehend Schotter.



Diesen Boden bevorzugende Gesellschaften sind ausschließlich das Cladietum Marisci, Schoenetum nigricantis und Juncetum subnodulosi. An den Standorten, die vom Cladietum und Juncetum besiedelt werden, tritt außerdem eine mehr oder weniger geringe organische Auflage hinzu. Davon abzuleiten sind die Standorte, bei denen die Entwicklung noch weiter gegangen ist. Die organische Auflage wirkt gegenüber dem Alm abdichtend, und die sich ansiedelnden Torfmoose liefern ein zusätzliches Rohmaterial.

Alle anderen Standorte haben Anmoor als Bodentyp. Profil: Auf-

Verteilung der Bodentypen
im Benninger Ried



torfiges
Anmoor



Übergangsform von
Alm zu Anmoor



Alm mit geringer
organischer Auflage



kalkreiches
Anmoor



±gut zersetztes Sphagnum
über Alm mit Zwischenschicht



Alm

Karte 2.

fallend dunkel, fast tiefschwarz gefärbter oberer Horizont (Mächtigkeit schwankt zwischen 20—80 cm) mit nur selten zwischen diesem und dem Schotteruntergrund eingeschaltetem Zwischenhorizont (entweder gleyartig oder Almrest).

Ausschließlich auf einer Übergangsform zwischen Alm und Anmoor siedelt das Schoenetum ferruginei subalpinum in seiner ersten Ausbildungsphase. Alle sich daran entwicklungsmäßig anschließenden Gesellschaften haben ihre Standorte auf Anmoor. Dazu gehören auch die *Molinia*- und *Schoenus ferrugineus*-reichen Abbaustufen des Cladietum Marisci.

Eine etwas modifizierte, torfige Ausbildung des Anmoor findet sich an einem Standort des Kiefernwaldes. Zu verstehen ist diese Bodenart nur aus dem bereits erwähnten entwicklungsmäßigen Zusammenhang dieses Bestandes mit der *Sphagnum-Cladium*-Gesellschaft. Die anfallenden Sphagnumreste und die später hinzukommende Nadelstreu ergeben den torfigen Charakter des Bodens.

Aus den soeben erwähnten Tatsachen geht hervor, daß durchaus nicht jeder Pflanzengesellschaft ein bestimmter, kartographisch erfaßbarer Bodentyp eigen ist. Zum näheren Verständnis, warum auf ein und derselben Bodenart dennoch verschiedene Pflanzengesellschaften gedeihen können, müssen Untersuchungen der chemisch-physikalischen Bodeneigenschaften durchgeführt werden. Weiterhin aber zeigen sie, daß Boden und Vegetation nicht zwei voneinander getrennt zu behandelnde Systeme sind, sondern nur aus ihrer Wechselwirkung zusammen mit den großklimatischen Gegebenheiten zu verstehen sind.

Die fortschreitende Bodenbildung geht Hand in Hand mit der Sukzession. Beide stehen in wechselseitiger Beziehung. Im Schoenetum, in dem der Alm, also der Kalkreichtum und der Wassergehalt für die Besiedlung bestimmende Faktoren darstellen, werden diese Bedingungen durch die Pflanzen selbst umgestaltet. Der Anfall von organischen Resten und der wiederum dadurch bedingte dichtere Rasenschluß behindern immer mehr die Kalkfällung oder schalten sie völlig aus. Der Alm selbst ist ein Standortsfaktor, der durch Pflanzen, Blaualgen, geschaffen wurde. Seine genaue Entstehung wird erst bei der Behandlung der Sedimentformen des Memminger Tales näher untersucht (S. 398). Sobald die Kalkfällung aufhört, durch die Anhäufung organischer Reste die Bodenoberfläche über den Wasserspiegel gehoben wird und damit offene Wasserstellen verschwinden, werden Standortbedingungen geschaffen, die es anderen Arten erlauben, sich neu anzusiedeln, ursprünglich dort siedelnden aber die Existenzmöglichkeit nehmen.

Chemisch-physikalische Bodeneigenschaften

Meine Untersuchungen der chemisch-physikalischen Bodeneigenschaften beschränken sich auf pH-Messung, Bestimmung des Kalkgehaltes und des Porenvolumens.

Um bei der Reaktionsprüfung den ganzen für die Vegetation wichtigen Bereich zu erfassen, wurden Proben aus 0—5 cm bzw. 10—15 cm Tiefe entnommen und untersucht. Sie wurde mit der Chinhydronelektrode am frischen

Material durchgeführt. Der Kalkgehalt wurde nach KOPECKY bestimmt. Das durch die Behandlung der Probe mit Salzsäure freiwerdende Kohlendioxyd wurde als Gewichts-differenz ermittelt und dann in Karbonat umgerechnet. Nach der von RICHARDS & WADLEIGH eingeführten Methode wurde der Boden auf sein Porenvolumen untersucht. Auf diese Methode wird später im Text eingegangen.

Der besseren Übersicht wegen werden die gefundenen Werte der untersuchten Standorte in Diagrammform ausgedrückt (Abb. 9 u. 10).

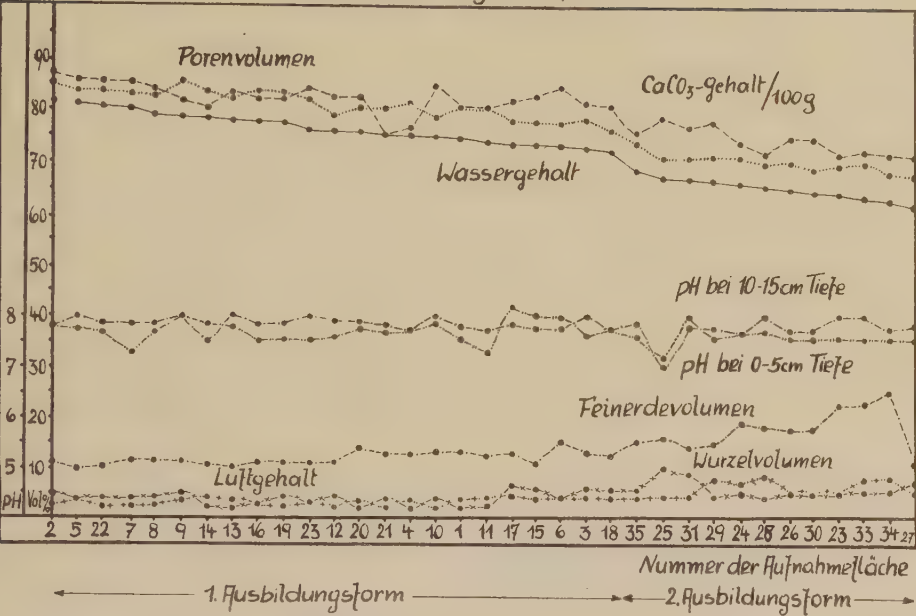
Bodenuntersuchungsergebnisse in den Kiefernbeständen

Poren- volumen	Wassergehalt	56,2 Vol. %	52,7 Vol. %
	Luftgehalt	12,7 Vol. %	15,5 Vol. %
Volumen der festen Bestandteile	Wurzelvolumen	7,3 Vol. %	3,4 Vol. %
	ges. Feinerde	23,8 Vol. %	28,4 Vol. %
CaCO ₃ -Gehalt g/100 g		9,7	3,7
pH	bei 0—5 cm Tiefe	6,9	6,2
	bei 10—15 cm Tiefe	7,6	6,7

Auf die sehr engen Beziehungen zwischen den Standorten des Cladietum Marisci und Schoenetum nigricantis wurde schon früher hingewiesen. Charakteristisch für die Standorte beider Gesellschaften sind einmal der hohe Kalkgehalt und die sehr im alkalischen Bereich liegenden pH-Werte. Die Diagramme der chemisch-physikalischen Untersuchungen (Abb. 9) ergeben die exakte Bestätigung dafür. Die unterschiedliche Besiedlung ist also nicht auf die Bodeneigenschaften zurückzuführen, sondern lediglich das Ergebnis der morphologischen Unebenheiten im Schotteruntergrund am ursprünglichen Besiedlungsort. Ursprünglich besiedelte das Cladietum die seichten Einmuldungen, während das Schoenetum die übrige Fläche einnahm. Abweichend von der typischen Ausbildung des Cladietum Marisci verhält sich die *Sphagnum-Cladium*-Gesellschaft. Ihr Standort wird am besten durch die sich ändernden pH-Werte bei zunehmender Tiefe gekennzeichnet. Der oberste Horizont, also die Lage, die z. T. schon abgestorbene Sphagnumreste enthält, besitzt Werte im Bereich von pH 5—5,4. Die Werte der gegen den Alm abschließenden Detritusschicht schwanken zwischen pH 6,4 und 6,7. Erst der darauf folgende Alm weist einen pH-Bereich auf (7,1—7,4), der einem normalen Cladietum entspricht.

Das Schoenetum ferruginei subalpinum, in seiner ersten Ausbildung noch nahe dem Schoenetum nigricantis verwandt, besitzt noch einen sehr hohen Kalkgehalt und die Werte liegen in dem gleichen Bereich wie die des Schoenetum nigricantis. Dagegen ist ein Abnehmen des Wassergehaltes und damit

Schoenetum nigricantis



Cladietum Marisci

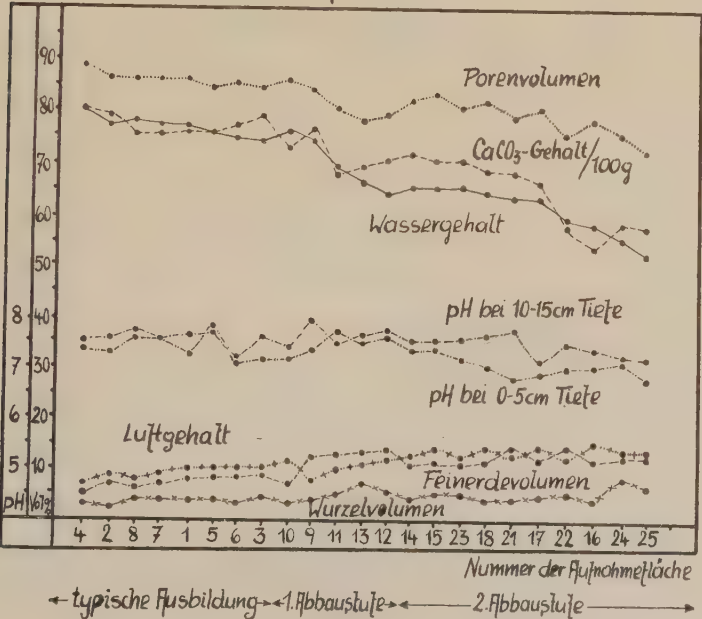
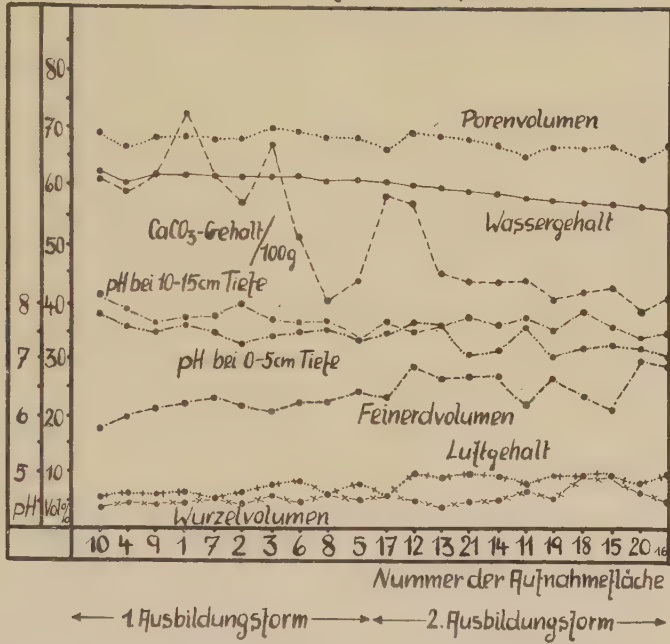


Abb. 9.

Schoenetum ferr. subalpinum



Molinietum coeruleae

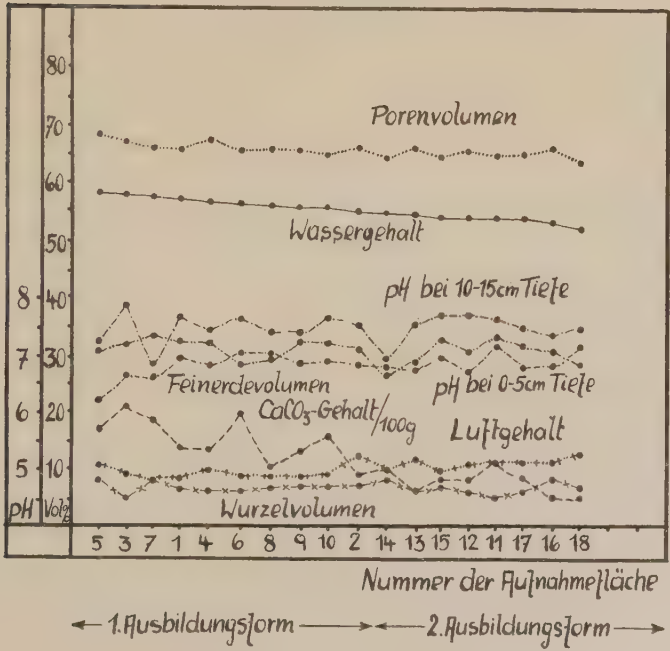


Abb. 10.

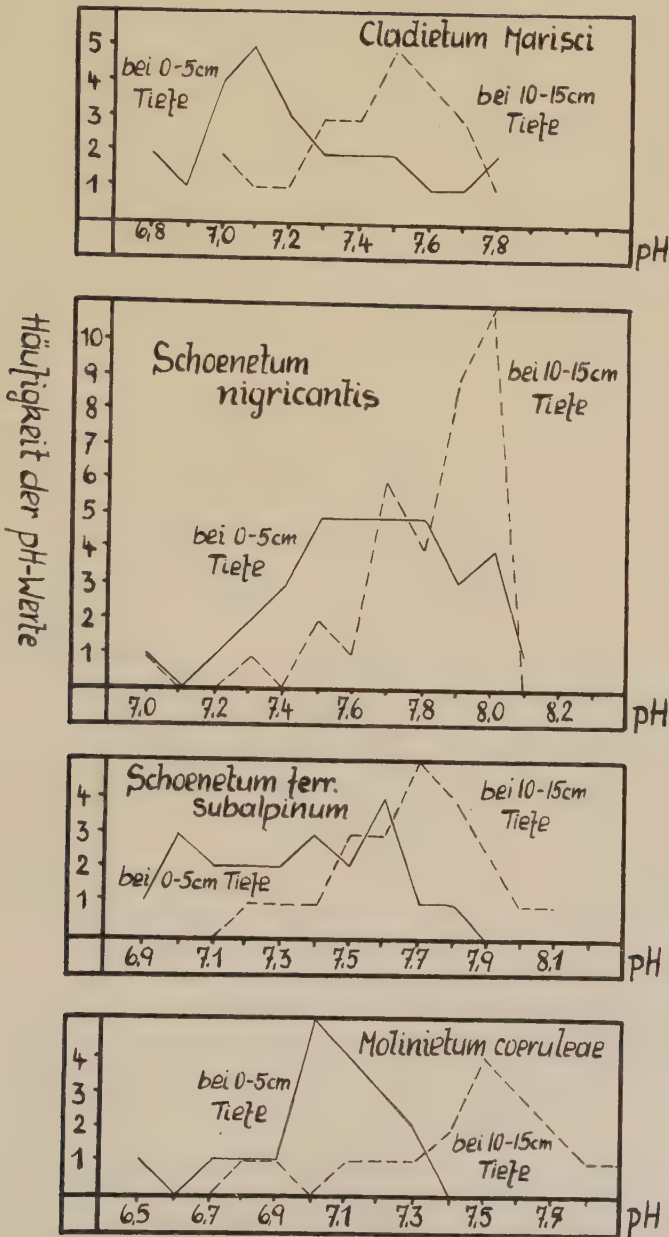


Abb. 11.

verbunden ein Ansteigen des Luftgehaltes zu beobachten. In der zweiten Ausbildung sinkt auch der Kalkgehalt beträchtlich und damit der pH-Wert. Dieser Prozeß wird im *Molinietum coeruleae* fortgeführt. Die Werte des sich sukzessiv anschließenden Kiefernwaldes liegen in der gleichen Größenordnung.

Daß die Ausscheidung einer torfigen Ausbildungsform des Anmoors berechtigt ist, zeigen auch die hierfür gefundenen Werte. Hier ist der Kalkgehalt bis auf einen kleinen Prozentsatz zurückgegangen und die Reaktion verschiebt sich in den schwach sauren Bereich.

Leider ist es so, daß man mit den angewandten Untersuchungsmethoden nur einen Zustand des Bodens genauer analysieren kann, nämlich zu dem Zeitpunkt, da der Boden voll mit Wasser gesättigt ist. Anders ausgedrückt: der Boden enthält die größte Haftwassermenge, die er entgegen der Schwerkraft festhalten kann.

Die Wasserkapazität eines Bodens wurde früher so bestimmt, daß man die in einem Zylinder bestimmten Volumens befindliche Bodenprobe in Wasser tauchte und nach völliger Sättigung unter Verdunstungsschutz bis zur Gewichtskonstanz abtropfen ließ. Dabei beachtete man nicht, daß die Kapillarspannung der Menisken am unteren Ende der Probe den Abzug des überschüssigen Wassers unmöglich machte. Die wahre Wasserkapazität als solche ist nicht faßbar. Man muß sich deshalb mit einem praktischen Maßstab begnügen. Das ist die Feldkapazität. Nach RICHARDS & WADLEIGH versteht man darunter diejenige Wassermenge, welche der Boden 2—3 Tage nach einer langen Regenperiode oder genügender Bewässerung enthält, weil die Sickerwasserbewegung dann praktisch vernachlässigt werden kann.

Im *Schoenetum* und *Cladietum* ist der Boden dauernd mit Wasser gesättigt, da der gesamte Boden im Grundwasserbereich liegt. Die Aufsättigung der Böden im *Molinietum* und im Kiefernwald erfolgt dagegen nur bei Regen oder im Frühjahr oder Herbst und führt zu wechselfeuchten Standorten.

Demnach erfaßt man auch nur diejenige Luftmenge im Boden, die sich bei voller Wassersättigung dort zu halten vermag. Über die tatsächliche Bodenlüftung läßt sich also nur insofern etwas aussagen, als der Luftgehalt in direktem Verhältnis zur Wassersättigung steht. Die tatsächliche Luftversorgung der Böden sieht aber anders aus. Für das *Cladietum* und das *Schoenetum* nähern sich die gefundenen Werte dem dem Porenvolumen tatsächlich entsprechenden Luftgehalt. Diese Böden sind dauernd mit Wasser gesättigt. Zusätzlich erfolgt eine Sauerstoffversorgung durch das ständig in Bewegung befindliche Bodenwasser. Verschieden davon verhalten sich die Standorte der *Molinieta* und des Kiefernwaldes. Auch hier steht der Luftgehalt des Bodens in direktem Verhältnis zum Wassergehalt, nur unterliegt dieser je nach Jahreszeit bestimmten Schwankungen, und damit ändert sich auch jedesmal der Luftgehalt des Bodens. Im allgemeinen werden diese Standorte während der Vegetationsperiode genügend Sauerstoff zur Verfügung haben, während im Frühjahr und Herbst sich die Poren weitgehend mit Wasser füllen, da der Grundwasserspiegel steigt.

Die Luftversorgung durch das Wasser ist hier nicht so günstig. Das stauende oder nur langsam ziehende Bodenwasser führt nur wenig gelösten Sauerstoff mit. Gegenüber dem Cladietum und Schoenetum, die das ganze Jahr über gleichbleibende Bedingungen aufweisen, unterliegen diese Standorte einem dauernden Wechsel in der Wasser- und Luftversorgung, der seinen Ausdruck in der Vegetation findet.

Häufigkeitsverteilung der Charakterarten
in Abhängigkeit vom pH-Wert.

pH	8,1—8,0	7,9—7,8	7,7—7,6	7,5—7,4	7,3—7,2	7,1—7,0	6,9—6,8	6,7—6,6	6,5—6,4	Zahl der Aufnahme- fläche
<i>Cladium Mariscus</i>		2	2	4	5	9	4			
<i>Schoenus nigricans</i>	5	10	15	14	6	1				
<i>Armeria purpurea</i>	5	8	11	9	5	1				
<i>Catoscopium nigratum</i>	5	4	5	5	3	1				
<i>Drosera anglica</i>	5	7	8	6	4	1				
<i>Scorpidium scorpioides</i>	4	6	10	6	4	1				
<i>Riccardia pinguis</i>	4	7	9	6	3					
<i>Ctenidium molluscum</i>	5	7	7	8	5	2				
<i>Cantaurea jac. var. paludosa</i>	4	4	8	7	3	2				
<i>Orchis strictifolia</i>	4	8	8	5	3	1				
<i>Pinguicula vulgaris</i>	4	8	11	9	7	1				
<i>Tofieldia calyculata</i>	4	8	13	13	4	4	1			
<i>Sesleria coer. var. uliginosa</i>	4	9	11	9	6	8	2			
<i>Bartsia alpina</i>		4	8	9	5	9	2			
<i>Aster Bellidiastrum</i>	1	2	6	5	4	5	1			
<i>Prunella grandiflora</i>		2	5	4	4	3	2			
<i>Schoenus ferrugineus</i>		2	5	5	6	12	4			
<i>Molinia coerulea</i>	3	6	12	12	14	22	6	1	1	
<i>Galium boreale</i>			2	1	5	11	2	1	1	
<i>Allium suaveolens</i>				1	6	5	1	1	1	
<i>Succisa pratensis</i>					2	6	2			
<i>Laserpitium prutenicum</i>					1	2	1			

Eine nähere Untersuchung wurde der Beziehung zwischen pH-Wert und Vegetation des Standortes gewidmet. Berücksichtigt wurden nur die Charakterarten der Pflanzengesellschaften. Die vorher angeführte Tabelle zeigt die Charakterartenverteilung in Abhängigkeit von der Reaktion des Standortes. Dabei erfolgt eine Verschiebung der Arten innerhalb der Sukzessionsreihe Schoenetum — Molinietum vom alkalischen zum neutralen Bereich. *Cladium Mariscus* bildet allerdings eine Ausnahme.

Die aktuelle H-Ionenkonzentration (pH) eines Standortes ist ein für das Gedeihen der Pflanze wichtiger Faktor. Daher gibt man sich mit ihm nicht allein

als Tatsache zufrieden, sondern sucht auch nach einer Erklärung, weshalb er sich mit fortschreitender Sukzession ebenfalls ändert. Voraussetzung für jedes Gleichgewicht am Standort ist die Wirkung von Puffern. Sie regulieren z. B. die H-Ionenkonzentration, wenn neue Säuren hinzutreten. Das Mehr an H-Ionen wird von ihnen abgefangen und unwirksam gemacht. In diesem Fall kommen hauptsächlich Ca-Ionen als Austauschpartner für die H-Ionen in Frage. Bei vorliegender Betrachtung geht es weniger darum, wie sich der Puffervorgang abspielt, sondern warum die Pufferwirkung immer mehr nachläßt.

Der Kationengehalt eines Standortes spiegelt sich in den Blättern und anderen vegetativen Teilen der Vegetation wider. So gibt der Ca-Gehalt der vegetativen Teile der Vegetation einen gewissen Einblick in den Ca-Gehalt des Bodens. Vergleicht man den Ca-Gehalt der Standorte innerhalb der Sukzessionsreihe, so erklärt sich aus der Abnahme der austauschbaren Kationen die verringerte Pufferwirkung. Bei zunehmender Anhäufung organischer Bestandteile wird auch die Wurzelregion immer weiter nach oben verlegt; damit gelangt sie immer mehr aus dem Bereich günstigerer Nährstoffversorgung in ungünstigere Verhältnisse. In den Blättern werden jetzt weniger Kationen abgelagert, dadurch werden auch die anfallenden organischen Reste ärmer an austauschbaren Kationen. Eine Durchmischung mit dem mineralischen Unterboden ist gleich Null, da der hohe Wassergehalt und die schlechte Durchlüftung einer günstigen Bodenfauna nicht zusagen. Die Nachlieferung an austauschbaren Kationen aus dem Unterboden ist daher sehr gering. Hinzu kommt die Auswaschung der „Basen“ durch das Wasser.

Vergleichende Betrachtung der chem.-physikalischen Untersuchungsergebnisse

Jeder vergleichenden Betrachtung liegt die Einheitlichkeit der Untersuchungsmethoden zugrunde. Obwohl ich mir bewußt bin, daß sie im vorliegenden Fall durch die Literatur in keiner Weise gegeben ist, möchte ich es nicht unterlassen, trotzdem etwas darauf einzugehen. Vielfach kann gar nicht geprüft werden, welche Untersuchungsmethoden zur Anwendung kamen. Abweichende Ergebnisse können also durchaus auf Unterschiede in der Methodik zurückgehen. Das Vorhaben soll nur eine grobe Übersicht schaffen. Betrachtet werden das *Cladietum Marisci*, das *Schoenetum nigricantis* und das *Molinietum coeruleae*.

Cladietum Marisci

pH-Messungen liegen bei ZOBRIK (1935) und JENNE-EICKE (1950) vor. Die Messungen von JENNE-EICKE weichen stark von den Werten ZOBRITS und des Benninger Riedes ab. Die beiden letzteren stimmen gut überein (pH bei 0—5 cm Tiefe 7,1 bzw. 7,3 Häufungswert; pH bei 10—15 cm Tiefe 7,5 bzw. 7,4 Häufungswert). Die Werte aus dem Ammerseegebiet tendieren mehr zum neutralen bis schwach sauren Bereich (Schwankungen zwischen pH 7,5—6,3).

Damit verbunden weist der von JENNE-EICKE an den Standorten gefundene Kalkgehalt sehr geringe Werte auf, und Verfasserin neigt mit BAUMANN (1911) zu der Auffassung, das Cladietum meide schlammige, sehr kalkreiche Böden. Für das Ammersee-Cladietum aber kann man folgern, daß nur ein „*Cladium*-Bestand“ zwischen Schilf vorliegt, daher unter abweichenden, nicht optimalen Bedingungen lebt. JENNE-EICKE und BAUMANN stehen im Gegensatz zu LIBBERT (1932), ZOBRIST (1935), VOLLMAR (1943) und LUTZ (1938), die kalkreiche Unterlagen für die Gesellschaft fordern. ZOBRIST findet für den Kalkgehalt in seinem Untersuchungsgebiet einen Schwankungsbereich von 46—88,7 Vol.‰, im Benninger Ried liegt er nur zwischen 73—81 Vol.‰. Es scheint demnach wahrscheinlich, daß der hohe Kalkgehalt wenigstens in den meisten Fällen als Standortsfaktor eine wichtige Rolle spielt. Der Besiedlungstyp an kalkreichen Quellen (LUTZ 1938 und im Benninger Ried) wird dagegen immer einen hohen Kalkgehalt aufweisen. Auch bezüglich Wassergehalt und Luftgehalt decken sich die Untersuchungsergebnisse von ZOBRIST und des Benninger Riedes nicht mit den von JENNE-EICKE gefundenen Werten. Auf Grund ihrer Ergebnisse liegt der Luftgehalt sehr hoch (Schwankungen zwischen 4,2 und 35 Vol.‰). Die abweichenden Werte des Wasser- und Luftgehaltes besagen allerdings wenig, da die Schneide infolge ihres Durchlüftungssystems schlecht und gut durchlüftete Standorte besiedeln kann.

Schoenetum nigricantis

Über diese Gesellschaft fand ich Angaben über chemisch-physikalische Untersuchungen des Standortes bei JENNE-EICKE (1950) und ZOBRIST (1935). Die in allen Fällen gefundenen pH-Werte liegen in der gleichen Größenordnung wie im Benninger Ried, wenn auch JENNE-EICKE einmal eine Messung mit pH 6,7 angibt. Im Gegensatz zum Benninger Ried unterliegt der Kalkgehalt bei den Untersuchungen von ZOBRIST (12—81 Vol.‰) und JENNE-EICKE (0,8—64 Vol.‰) einem größeren Schwankungsbereich. Im Benninger Ried mag es sich um einen extrem kalkreichen Standort dieser Pflanzengesellschaft handeln. Der Wassergehalt stimmt auf Grund der Ergebnisse völlig überein; entsprechend dazu der Luftgehalt. Allgemein darf man zusammenfassen, daß das *Schoenetum nigricantis* an seinen Standorten hohe pH-Werte bevorzugt (zwischen pH 7 und 8) und damit verbunden einen hohen Kalkgehalt, der aber nicht immer so extrem zu sein braucht wie im Benninger Ried. Der Wassergehalt ist in allen Fällen hoch.

Molinietum coeruleae

Beobachtungen bezüglich der Bodeneigenschaften im *Molinietum coeruleae* zitieren mehrere Autoren. Die pH-Werte von ZOBRIST (1935), JENNE-EICKE (1950) und aus dem Benninger Ried liegen in der gleichen Größenordnung. Ebenso sind die von SCHMALE (1939) gefundenen Werte gleichwertig. Die pH-Zahlen von HÖFLER (1949) sind dagegen mehr in den schwach sauren Bereich verschoben. JENNE-EICKE und SCHERRER (1928) finden einen verhältnismäßig

hohen Kalkgehalt (im Durchschnitt 32 bzw. 25—30 Vol.‰). Bei ZOBRIST und im Benninger Ried liegen die Werte etwa um die Hälfte tiefer. Der durchschnittliche Wassergehalt ändert sich bei allen untersuchten Standorten. Bei JENNE-EICKE liegt er etwa zwischen 60 und 70 Vol.‰, bei ZOBRIST etwa bei 60 Vol.‰, bei SCHMALE etwa in der gleichen Größenordnung, im Benninger Ried etwa zwischen 50 und 55 Vol.‰. HÖFLER (1949) und TÜXEN (1947) weisen auf die weite Amplitude der Standortsansprüche dieser Gesellschaft hin. Vermutlich gehen aber die Unterschiede im Wassergehalt samt und sonders auf die Methodik zurück.

Standortsansprüche der *Armeria purpurea*

Wegen der äußersten Seltenheit von *Armeria purpurea* sei noch auf ihre Standortsansprüche näher eingegangen. In der Abbildung ist ihre Häufigkeitsverteilung dargestellt, bezogen auf Wassergehalt, Luftgehalt, Kalkgehalt und Azidität des Bodens.

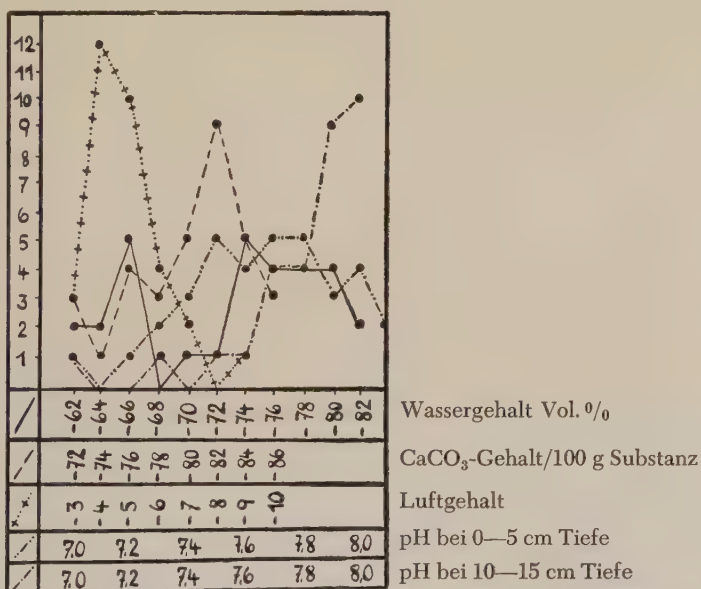


Abb. 12. Häufigkeitsverteilung von *Armeria purpurea* in 35 Aufnahmeflächen bezogen auf Wasser-, Luft-, CaCO₃-Gehalt und pH des Bodens.

Die Riednelke hat ihr Hauptvorkommen im Schoenetum nigricantis und strahlt in damit entwickungsmäßig zusammenhängende Gesellschaften etwas ein. So tritt sie vereinzelt in der ersten Ausbildungsphase des Schoenetum feruginei subalpinum auf, ebenso in der durch *Schoenus nigricans* verursachten Abbaustufe des Cladietum Marisci.

In der typischen Ausbildung des Schoenetum nigricantis liegt der von

der Riednelke bevorzugte Wassergehalt zwischen 72 und 78 Vol.%. In der zweiten Ausbildungsform dieser Gesellschaft hat sie ihre häufigsten Vorkommen bei einem Wassergehalt von 62—66 Vol.%. Der Kalkgehalt an ihren Standorten ist sehr hoch und liegt zwischen 78 und 82 g/100 g Bodensubstanz. Besonders kennzeichnend für sie ist der ihr besonders zusagende pH-Bereich, der in einer Bodentiefe von 0—5 cm zwischen pH 7,5 und 7,8, bei einer Bodentiefe von 10—15 cm bei pH 7,8—8 liegt. Wichtiger für die Charakterisierung ihrer Standortsansprüche scheinen letztere Werte zu sein, entspricht doch die Tiefe der untersuchten Proben ungefähr dem Hauptdurchwurzelungsbereich der *Armeria purpurea*.

Auf den Standorten außerhalb des Schoenetum nigricantis, auf welchen die Riednelke nur vereinzelt vorkommt, ändern diese Werte beträchtlich ab. In der kopfbinsreichen Abbaustufe des Cladietum Marisci haben ihre Standorte einen Wassergehalt von 62—73 Vol.%, einen Luftgehalt von 9,8 bis 11 Vol.%. Der Kalkgehalt liegt zwischen 70,2 und 75,1 g/100 g Substanz, und die pH-Werte schwanken in einer Bodentiefe von 0—5 cm zwischen 7,5 und 8. In der ersten Ausbildungsstufe des Schoenetum ferruginei subalpinum kommt die *Armeria purpurea* auf Standorten vor mit einem Wassergehalt von 60 bis 62 Vol.% und einem Luftgehalt von 7—8,5 Vol.%. Der Kalkgehalt erreicht Größen, die zwischen 45,2 und 72,3 g/100 g Bodensubstanz liegen. Die pH-Werte schwanken in einer Bodentiefe von 0—5 cm zwischen 7,2 und 7,6, in einer Bodentiefe von 10—15 cm zwischen 7,2 und 7,7. Die ungünstigeren Bedingungen verursachen ihr nur vereinzelteres Auftreten.

Nach BAUMANN und KOCH ist *Armeria purpurea*, die heute nur noch aus dem Benninger Ried und vom Bodensee bekannt ist, eine Tieflandform der *Armeria montana*. GAMS vermutet, daß sie ein seit der Eiszeit an diese besonderen Standorte angepaßtes Glazialrelikt sei. *Armeria montana* habe sich seit der Eiszeit (Mindel- und Rißzeit) bis Mitteldeutschland und Polen ausgebreitet, mindestens die letzte Eiszeit in Schwaben überstanden und dort die amphibische Form abgespalten.

Meinen Untersuchungen zufolge kann *Armeria purpurea* das Tal erst im Postglazial besiedelt haben. Das Memminger Tal war während der letzten Eiszeit bis zum Beginn des Postglazials Abflußbett des Illergletschers, also noch nicht als Standort geeignet. Frühestens nach der Verlagerung der Iller nach Westen in das heutige Flußbett zu Beginn der Altablagerungen (die zeitliche Einordnung vergleiche später im Text) kann ihre Einwanderung auf diesen Standorten begonnen haben.

In den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft (Bd. 70, 4, 1957) wurde eine Arbeit von K. GÖTLICH veröffentlicht, worin der Verfasser über neueste Armeriapollenfunde aus der Spät- und Nacheiszeit Oberschwabens berichtet. GÖTLICH meint, daß diese Pollen von der *Armeria purpurea* stammen könnten. Er glaubt es einerseits damit begründen zu können, daß für diese Zeit wohl keine arktischen oder alpinen Arten in Betracht kommen und weist außer-

dem auf das heutige rezente Vorkommen im Benninger Ried hin. Für die Funde aus den Perioden IV, V und VII der entsprechenden Fundstellen mag dies sogar mit großer Wahrscheinlichkeit zutreffen, jedoch scheint mir die Zuordnung zu dieser Art aus den Perioden Ia—c doch etwas fraglich. Schon die Standortansprüche der *Armeria purpurea*, leider nur auf Grund der Standorte im Benninger Ried zu ermitteln, lassen diese Vermutung aufkommen. Die *Armeria*-Pollen der späteiszeitlichen Funde stammen alle aus sandig-tonigen Schichten, Alm oder Kalkmudde wird nicht erwähnt. Wohl hat BAUMANN (1911), wie schon erwähnt, auch vom Bodensee einen *Armeria purpurea*-Standort beschrieben, der aber mit dem Benninger Vorkommen nur wenig gemeinsam hat und rein edaphisch eher den späteiszeitlichen oberschwäbischen Fundstellen entsprechen würde. Aber auch LANG hat aus dem Scheibenlechtenmoos fossile *Armeria*-pollen mitgeteilt, die er der jüngeren Dryaszeit (III) zurechnet. Ein ähnlicher Nachweis gelang auch FIRBAS am Federsee für die ältere Dryaszeit (nach unveröffentlichten Pollenfunden von FIRBAS, zitiert nach G. LANG, Flora 8, 139, 1952). Die aus dem Scheibenlechtenmoos stammenden Pollen wurden in kalkarmen Mergelschichten entdeckt. LANG nimmt für den Südschwarzwald, in dem dieses Moor liegt, für die jüngere Dryaszeit ein Absinken der Waldgrenze um 300—500 m an und fordert mit Recht, daß dann größere Teile des Südschwarzwaldes der alpinen Stufe angehört haben müssen. In diesem Fall würde mehr dafür sprechen die Pollen einer alpinen Art zu unterstellen — etwa der *Armeria alpina*, von der man heute die *Armeria purpurea* ableitet. Allerdings hat der Verfasser mit Recht eine genaue Festlegung der Art vermieden, da außer diesem Argument nichts dafür spricht. Immerhin könnte man aber auch den späteiszeitlichen Funden GÖTTLICHs gegenüber dieses Argument anführen. Letzten Endes geht es dabei um die Frage, ob *Armeria purpurea* tatsächlich ein Eiszeitrelikt ist oder erst im Postglazial als spezielle Form der *Armeria alpina* bestimmte Standorte zu besiedeln begann. Vorläufig kann diese Frage mit unseren heutigen Kenntnissen noch nicht befriedigend gelöst werden. Die Pollenform muß in diesem Fall als Artmerkmal ausscheiden. GÖTTLICH beruft sich wohl auf die Ähnlichkeit der Funde mit dem Pollentyp der Linie A bei IVERSEN (1940). KULCZYNSKI (1932) und ERDTMAN (1940 und 1954) haben schon bemerkt, daß bei der Gattung *Armeria* zwei Pollenformen auftreten können. IVERSEN (1940) hat der Untersuchung dieser Frage eine spezielle Arbeit gewidmet und kam dabei zu dem Ergebnis, daß gerade die hier in Frage kommenden Arten dem dimorphen Typ angehören. Artspezifische Großreste konnten nicht bestimmt werden. Es blieben also nur die Standortansprüche als spärlicher Anhaltspunkt übrig. Dies würde dann allerdings besagen, daß sich erst im Postglazial dieser spezielle Ökotyp, eben die *Armeria purpurea* ausbilden konnte. Die Moore mit entsprechenden edaphischen Bedingungen (Kalksumpf) waren gleichzeitig auch klimatisch dazu geeignet (Kältestellen) der *Armeria alpina* in Form der *Armeria purpurea* als Rückzugsstandort zu dienen. Das Benninger Ried ist schließlich der beste Beweis hierfür. Für die nacheiszeit-

lichen Funde GÖTTLICHs erscheint es daher durchaus wahrscheinlich, daß sie von der Riednelke stammen.

Dem vegetationsgeschichtlichen Teil der Arbeit vorweggreifend möchte ich diesbezüglich auch meinen Fund mitteilen. Im Profil Nr. 26 a entdeckte ich in der untersten Probe — in einer Tiefe von 350 cm — unter 108 Pollen einen *Armeriapollen*. Die Probe wurde von mir in den Übergang von IV zu V gestellt. Den Bodenbedingungen (Alm mit Torfschmitzen) und dem rezenten Vorkommen im Gebiet zufolge kann der Pollen mit großer Sicherheit als *Armeria purpurea*-Pollen bezeichnet werden. Wie aus der Sedimentverteilungskarte ersichtlich, liegt die Bohrstelle bereits im kultivierten Teil des Memminger Tales. Von einer Verschleppung rezenten Materials kann man daher mit Sicherheit absehen.

Den ersten floristischen Nachweis der Riednelke aus dem Memminger Gebiet verdanken wir ERHART. Sein Fund wurde in der 1756 von ihm verfaßten „Ökonomischen Pflanzenhistorie“ veröffentlicht. Wenn seine Angaben auch äußerst spärlich sind, so erwähnt er doch auch schon einige andere charakteristische Riedpflanzen: *Drosera*, *Pinguicula*, *Primula farinosa* und eben die *Armeria*, in den meisten Fällen allerdings ohne nähere Artangabe. Auch für *Vaccinium Oxycoccus* (vgl. Pflanzengesellschaften des Benninger Rieds: *Cladium-Sphagnum*-Bestand und Kiefernwald) lieferte er den ersten Nachweis. Ausführlichere Beobachtungen brachten später EHRHARDT (1813), KOEBERLIN (1839), BÜCHELE (1855), HUBER & REHM (1860) und WUNDERER (1927).

In diesem Zusammenhang möchte ich außerdem noch auf interessante Artenfunde hinweisen, die heute nicht mehr nachgewiesen werden können. ERHART (1756) erwähnte einmal ein Massenaufreten von *Spiranthes autumnalis* bei Grünenfurt. Diese Art wurde seitdem nicht mehr im Gebiet gefunden. KOEBERLIN gab für die Riedwiesen *Arnica montana* an, und WUNDERER bestätigte 1927 ihr Auftreten. Nach ihm wurde die Art nicht mehr beobachtet. Ähnlich verhielt es sich mit *Pirola rotundifolia*, die ebenfalls von KOEBERLIN zum ersten Mal entdeckt wurde und in den Floren von BÜCHELE (1855), HUBER & REHM (1860) und WUNDERER immer wieder erwähnt wird. *Andromeda polifolia* wurde sogar schon von EHRHARDT (1813) gefunden, von WUNDERER speziell für das „Pulverried“ wieder bestätigt, später aber nie mehr aufgefunden. *Crocus vernus* wird bei BÜCHELE (1855) erwähnt. WUNDERER führt dagegen *Comarum palustre* und *Fritillaria Meleagris* an. 1918 wurde die Schachblume zum ersten Mal aufgefunden, seit dieser Zeit blieb sie verschollen.

Durchwurzelung der Standorte

Aufschluß über die Wechselwirkung zwischen Standort und Vegetation geben auch die Durchwurzelungsverhältnisse innerhalb der Gesellschaften. Sie sind neben der vegetativen Ausbildung der Pflanze Ausdruck für die Güte des Standortes, bezogen auf die zur Zeit dort stockende Assoziation und die Konkurrenzkraft der Arten.

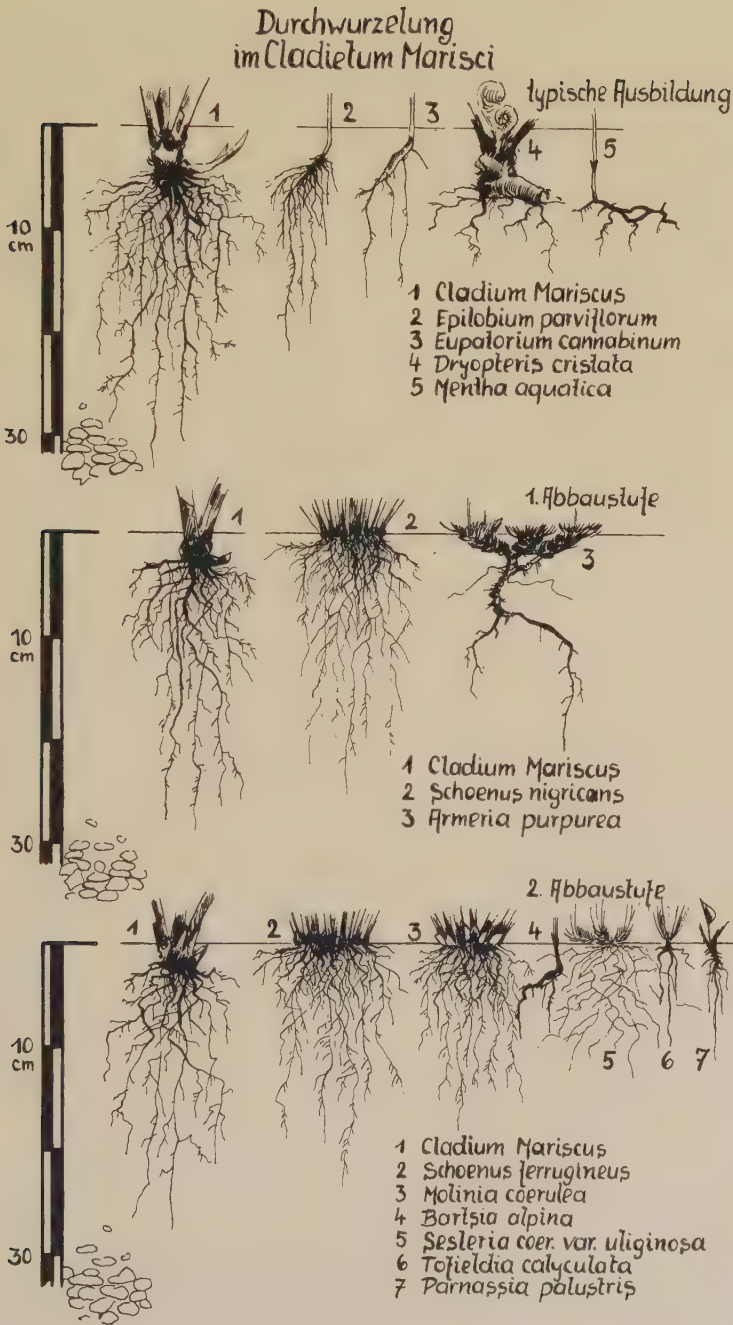


Abb. 13.

Durchwurzelung im *Cladietum Marisci*

In der typischen Ausbildung nimmt die Schneide selbst den gesamten zur Verfügung stehenden durchwurzelbaren Raum ein. Erst in den Abbaustufen läßt ihre intensive Durchwurzelung nach und ermöglicht so die Ausbreitung der neu eindringenden Arten. Über die Wurzelschichtung, Hauptwurzelausbreitung und tiefstes gemessenes Wurzelwachstum geben die Tabelle und die Abbildung 13 Aufschluß. Auf die Durchwurzelungsverhältnisse der *Sphagnum-Cladium*-Gesellschaft wurde schon im Rahmen der Bestandsbeschreibungen hingewiesen.

<i>Cladium Mariscus</i>	Durchwurzelung des gesamten Bodens bis zum Schotter, auch Eindringen in denselben; tiefstes Wurzelwachstum > 30 cm; Ausläufer bildend.
<i>Epilobium parviflorum</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich in der 10-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 23 cm.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich in der 10-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 16 cm.
<i>Dryopteris cristata</i>	Rhizom liegt zwischen 5 und 10 cm Tiefe; tiefstes Wurzelwachstum bis 15 cm.
<i>Mentha aquatica</i>	Rhizom liegt in der 5-cm-Zone; Hauptdurchwurzelungsbereich zwischen 5 und 10 cm.
<i>Schoenus nigricans</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 20 cm; tiefstes Wurzelwachstum bis zum Schotter.
<i>Armeria purpurea</i>	tiefstes Wurzelwachstum bis 20 cm.
<i>Schoenus ferrugineus</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 20 cm; tiefstes Wurzelwachstum bis 20 cm.
<i>Molinia coerulea</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 15 cm; tiefstes Wurzelwachstum bis 20 cm.
<i>Bartsia alpina</i>	Rhizom liegt in der 5-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 8 cm.
<i>Sesleria coerulea</i> var. <i>uliginosa</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich in der 10-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 16 cm; ausgedehntes Breitenwachstum des Wurzelsystems.
<i>Linum catharticum</i>	tiefstes Wurzelwachstum bis 6 cm.
<i>Galium boreale</i>	tiefstes Wurzelwachstum bis 9 cm.
<i>Tofieldia calyculata</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 10 cm; tiefstes Wurzelwachstum bis 12 cm.
<i>Briza media</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich zwischen 5 und 10 cm; tiefstes Wurzelwachstum bis 14 cm.
<i>Parnassia palustris</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich in der 5-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 9 cm.

Durchwurzelung im *Schoenetum nigricantis*

Das *Schoenetum nigricantis*, verhältnismäßig artenreich, zeigt auch in seiner Durchwurzelung eine reiche Vielfalt. Dabei tritt eine mehr oder weniger gut ausgeprägte Wurzelschichtung auf. Arten wie *Schoenus nigricans* oder *Armeria purpurea* dringen mit ihren längsten Wurzeln noch bis in den Schotteruntergrund ein. Mitteltief wurzelnde Arten wie *Tofieldia calyculata* oder *Agrostis stolonifera* erreichen ein Wurzeltiefenwachstum zwischen 10 und 15 cm.

Den obersten Wurzelhorizont bilden ausgesprochen wurzelarme und flachwurzelnde Arten, die kaum tiefer als 5 cm eindringen. Eine Zusammenstellung der untersuchten Arten zeigen Tabelle und Abbildung 14.

<i>Schoenus nigricans</i>	Horstbildende Pflanze mit tiefstem Wurzelwachstum bis in den Schotteruntergrund (> 20 cm); die Hauptwurzelausbreitung liegt im Bereich zwischen Bodenoberfläche und Schotteruntergrund.
<i>Tofieldia calyculata</i>	sehr lockeres Wurzelsystem mit einem Hauptdurchwurzelungsbereich bis 10 cm; tiefstes Wurzelwachstum reicht nur etwas darüber hinaus.
<i>Pinguicula vulgaris</i> & <i>alpina</i>	Flachgründiges Wurzelsystem mit einem Wurzeltiefenwachstum, das kaum über 5 cm reicht.
<i>Orchis strictifolia</i>	Lage der Wurzelknollen zwischen 5 und 8 cm Tiefe; tiefstes Wurzelwachstum bis 14 cm.
<i>Centaurea jacea</i> var. <i>paludosa</i>	Tiefwurzelnde Schaftpflanze mit einem Wurzeltiefenwachstum bis zum Schotteruntergrund (> 20 cm); Hauptdurchwurzelungsbereich bis 15 cm.
<i>Armeria purpurea</i>	An einem Armeriastock lassen sich drei Abschnitte unterscheiden: a) Primärwurzel als Pfahlwurzel ausgebildet, die sehr weit in den Schotteruntergrund reicht. Bei dem dargestellten Armeriastock riß die Pfahlwurzel im Schotter steckend bei 4 mm Dicke ab. b) Sprosse, die bei weiterem Stodwachstum eine gewisse Umgestaltung erfahren und Adventivwurzeln ausbilden; Länge dieses Abschnittes zwischen 25 und 30 cm. c) Jüngerer Sproß, der noch Blätter trägt; Sproßlänge schwankt zwischen 10 und 15 cm. An der Grenze zwischen b) und c) bilden sich längere Adventivwurzeln aus, die eine mehr horizontale Lage aufweisen.
<i>Drosera anglica</i> & <i>rotundifolia</i>	Wurzelarme, flachwurzelnde Arten mit einem Wurzeltiefenwachstum bis höchstens 5 cm.
<i>Agrostis vulgaris</i> var. <i>stolonifera</i>	Ausläuferbildendes Gras mit einem Hauptdurchwurzelungsbereich bis 10 cm; tiefstes Wurzelwachstum bis 16 cm.
<i>Molinia coerulea</i>	Wurzelt auf den Schoenushoppen mit einer Hauptwurzelausbreitung bis 15 cm; ihr tiefstes Wurzelwachstum reicht bis zum Schotteruntergrund (20 cm).
<i>Parnassia palustris</i>	Hauptdurchwurzelung liegt in der 5-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 11 cm.
<i>Sesleria coerulea</i> var. <i>uliginosa</i>	Reich verzweigtes und dichtes Wurzelsystem, das sich mit seiner Hauptmasse in der 10-cm-Zone befindet, aber ein Wurzeltiefenwachstum bis 13 cm zeigt; seitliches Wachstum der Wurzeln > 30 cm.
<i>Bartsia alpina</i>	Rhizom liegt innerhalb der 5-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis etwa 10 cm.
<i>Aster Bellidiastrum</i>	Der Hauptdurchwurzelungsbereich liegt in der 5-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 16 cm.
<i>Primula farinosa</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich ebenfalls in der 5-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 7 cm.
<i>Equisetum palustre</i>	Rhizom liegt in etwa 10 cm Tiefe; tiefstes Wurzelwachstum bis 19 cm.

Durchwurzelung
im *Schoenetum nigricantis*

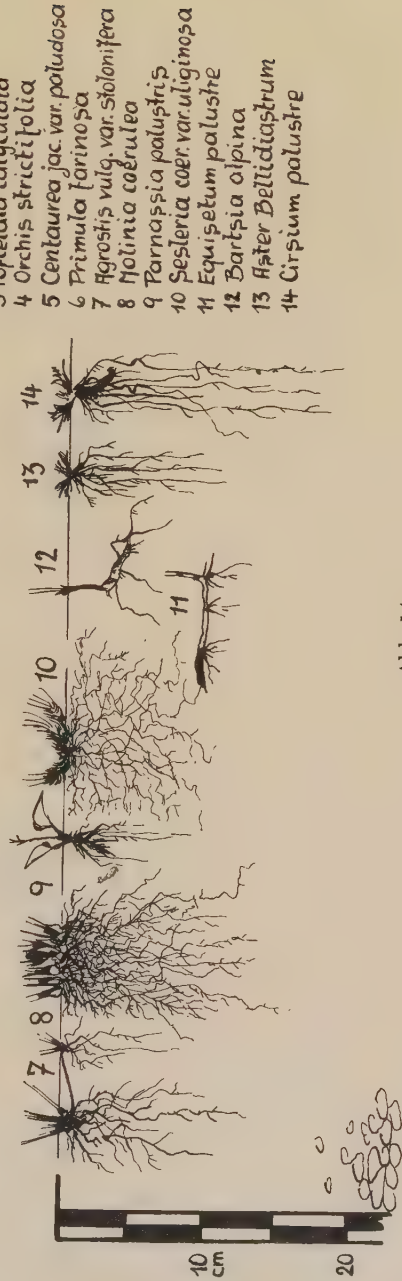
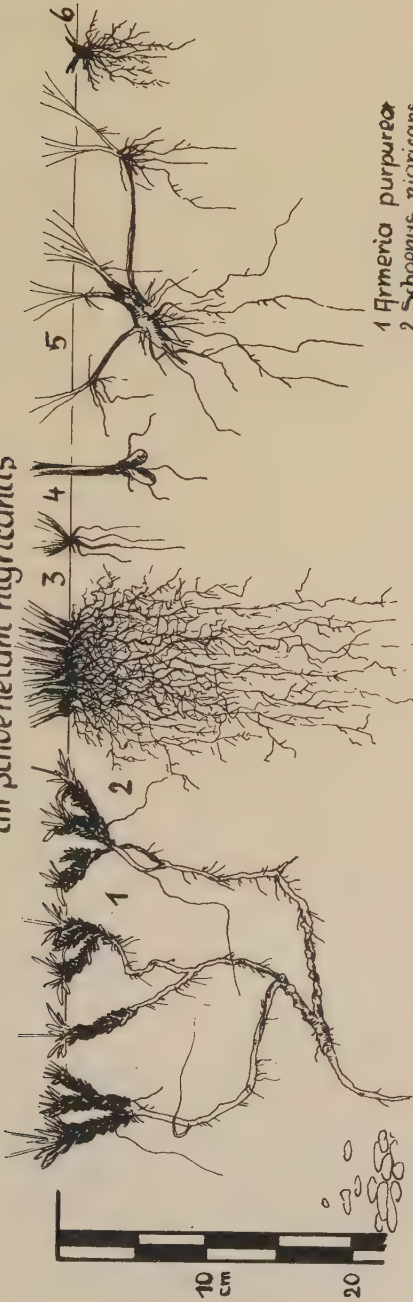


Abb. 14.

Durchwurzelung
im *Schoenetum ferr. subalpinum*



- 1 *Schoenus ferrugineus*
- 2 *Bartsia alpina*
- 3 *Hyster Bellidiasstrum*
- 4 *Sesleria coer. var. uliginosa*
- 5 *Tofieldia calyculata*
- 6 *Primula farinosa*
- 7 *Prunella grandiflora*
- 8 *Orchis strictifolia*
- 9 *Centaurea jac. var. paludosa*
- 10 *Schoenus nigricans*
- 11 *Carex glauca*
- 12 *Eriophorum latifolium*
- 13 *Polinia coerulea*
- 14 *Potentilla erecta*
- 15 *Linum catharticum*
- 16 *Galium boreale*
- 17 *Parnassia palustris*
- 18 *Cirsium palustre*
- 19

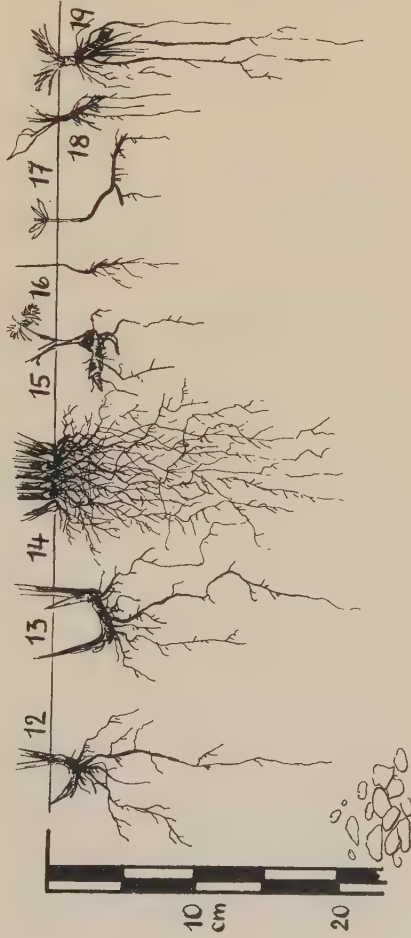


Abb. 15.

<i>Cirsium palustre</i>	Hauptwurzelausbreitung der Nebenwurzeln bis 15 cm; das tiefste Wurzelwachstum reicht bis zum Schotteruntergrund (wenigstens 20 cm).
<i>Cardamine pratensis</i>	Hauptwurzelausbreitung in der 10-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum kaum darüber.

Durchwurzelung im Schoenetum ferruginei subalpinum

Auch in dieser Gesellschaft zeigt sich eine geschichtete Durchwurzelung. Gegenüber dem Schoenetum nigricantis treten hier besonders Arten auf der mitteltiefen Durchwurzelung. Ihr Anteil wird vor allem dadurch erhöht, daß es sich vorwiegend um solche Arten handelt, deren Wurzel sich wegen der zahlenmäßig geringen Ausbildung nicht so stark behindern. Eine Übersicht geben wieder die Tabelle und die Abbildung 15.

<i>Bartsia alpina</i>	Rhizom im Bereich der 10-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 12 cm.
<i>Schoenus ferrugineus</i>	Horstbildende Gräser mit einem Hauptdurchwurzelungsbereich bis zum Schotteruntergrund (bis 25 cm); tiefstes Wurzelwachstum 25 cm.
<i>Schoenus nigricans</i>	
<i>Aster Bellidiastrum</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich in der 5-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum um 8 cm.
<i>Sesleria coerulea</i> var. <i>uliginosa</i>	Reichverzweigtes, dichtes Wurzelsystem von ähnlicher Ausdehnung wie im Schoenetum nigricantis nur mit einem mehr in die Tiefe gehenden Wachstum (bis 20 cm).
<i>Prunella grandiflora</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich in der 5-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 11 cm.
<i>Tofieldia calyculata</i> , <i>Pinguicula vulgaris</i> , <i>Orchis strictifolia</i> , <i>Centaurea jacea</i> var. <i>paludosa</i>	weisen im wesentlichen die gleichen Durchwurzelungsverhältnisse wie im Schoenetum nigricantis auf.
<i>Molinia coerulea</i>	Horstbildend auf Wurzelfilz der Kopfbinsse mit einem tiefsten Wurzelwachstum > 20 cm.
<i>Carex Hostiana</i> <i>Carex glauca</i>	Ausläufertreibende Carexarten, deren Ausläufer in der 5-cm-Zone liegen; die Hauptdurchwurzelung reicht bis 15 cm.
<i>Eriophorum latifolium</i>	Hauptwurzelausbreitung zwischen 10 und 15 cm; tiefstes Wurzelwachstum mindestens bis 20 cm.
<i>Potentilla erecta</i>	Das holzige Rhizom liegt etwa in einer Tiefe von 5 cm; tiefstes Wurzelwachstum bis 9 cm.
<i>Linum catharticum</i>	Flachwurzelnde Art mit einem tiefsten Wurzelwachstum um 5 cm.
<i>Galium boreale</i>	Hauptwurzelausbreitung im Bereich der 5-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 14 cm.
<i>Parnassia palustris</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich in der 5-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 12 cm.
<i>Primula farinosa</i>	Hauptwurzelausbreitung in der 5-cm-Zone, tiefstes Wurzelwachstum bis 9 cm.
<i>Equisetum palustre</i>	Rhizom liegt in 10 cm Tiefe, die tiefsten Wurzeln reichen bis 21 cm.
<i>Cirsium palustre</i>	Hauptwurzelausbreitung in der 10-cm-Zone; tiefstes Wurzelwachstum bis 23 cm.

<i>Drosera rotundifolia</i>	Flachwurzeln Art mit kaum über 5 cm tief eindringender Wurzel.
<i>Festuca ovina</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich in der 10-cm-Zone, tiefste Wurzel bis 17 cm.

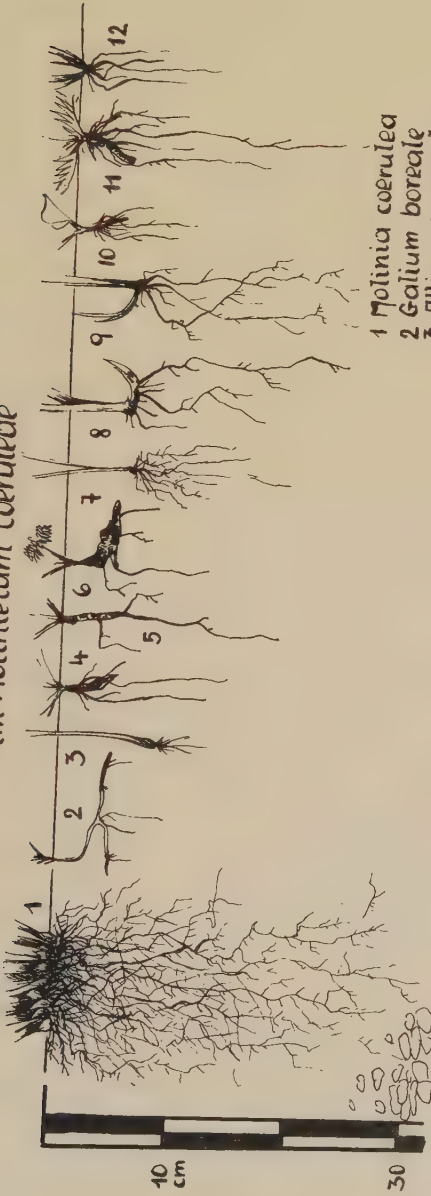
Durchwurzelung im *Molinietum coeruleae*

Bei fortschreitender Sukzession zum *Molinietum* wird die Durchwurzelung immer ausgeglichener, d. h. im *Molinietum coeruleae* kann nicht mehr von einer ausgesprochenen Wurzelschichtung innerhalb des durchwurzelbaren Raumes gesprochen werden; der durchschnittliche Durchwurzelungsbereich liegt bis zu einer Tiefe von 15 cm. Der darunter liegende Raum wird in der Hauptsache nur noch vom Pfeifengras ausgenützt. Tabelle und Abbildung 16 zeigen einen Überblick der untersuchten Arten.

<i>Molinia coerulea</i>	Hauptwurzelausbreitung bis 20 cm; tiefste Wurzeln länger als 25 cm.
<i>Galium boreale</i>	Rhizom in 5 cm Tiefe.
<i>Allium suaveolens</i>	Zwiebel in etwa 10 cm Tiefe.
<i>Succisa pratensis</i>	Hauptwurzelausbreitung in der 5-cm-Zone; tiefste Wurzeln bis 11 cm.
<i>Laserpitium prutenicum</i>	tiefste Wurzeln bis 16 cm.
<i>Potentilla erecta</i>	Rhizom in der 5-cm-Zone; tiefste Wurzel bis 13 cm.
<i>Briza media</i>	Hauptwurzelausbreitung in der 10-cm-Zone.
<i>Carex Hostiana</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 10 cm; tiefste Wurzeln bis 20 cm.
<i>Carex glauca</i>	
<i>Parnassia palustris</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 5 cm; tiefste Wurzel bis 8 cm.
<i>Tofieldia calyculata</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 5 cm, tiefste Wurzeln bis 8 cm.
<i>Sesleria coerulea</i> var. <i>uliginosa</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 5 cm, tiefste Wurzeln bis 14 cm.
<i>Prunella grandiflora</i>	Rhizom zwischen 5 und 10 cm Tiefe.
<i>Aster Bellidiastrum</i>	Hauptwurzelausbreitung bis 5 cm Tiefe, tiefste Wurzeln bis 9 cm.
<i>Bartsia alpina</i>	Rhizom in einer Tiefe zwischen 5 und 10 cm.
<i>Eriophorum latifolium</i>	Hauptwurzelausbreitung im Bereich zwischen 10 und 15 cm, tiefste Wurzel 20 cm.
<i>Phyteuma orbiculare</i>	Hauptwurzelausbreitungsbereich bis 5 cm, tiefste Wurzel bis 12 cm.
<i>Lotus corniculatus</i>	tiefste Wurzeln bis 6 cm.
<i>Cirsium palustre</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich der Nebenwurzeln bis 10 cm, tiefste Wurzel bis 14 cm.
<i>Equisetum palustre</i>	Das Rhizom liegt in einer Tiefe zwischen 10 und 15 cm.

In dieser Pflanzengesellschaft ist der Fall verwirklicht, daß nicht die Wurzeln ökologisch wirken, sondern daß die Wurzelschichtung von einem Faktor anderer Art beeinflußt wird. Im *Cladietum Marisci* sahen wir, daß die Wurzelkonkurrenz mit ausschlaggebend war bei der Besiedlung des Standortes durch Arten, die durchaus die gleichen Ansprüche aufweisen. Im *Molinietum*

Durchwurzelung
im *Molinietum coeruleae*



- 1 *Molinia coerulea*
- 2 *Galium boreale*
- 3 *Allium suaveolens*
- 4 *Succisa pratensis*
- 5 *Losopitium prutenicum*
- 6 *Potentilla erecta*
- 7 *Briza media*
- 8 *Carex flaccida*
- 9 *Carex glauca*
- 10 *Parnassia palustris*
- 11 *Cirsium palustre*
- 12 *Tofieldia calyculata*
- 13 *Sesleria caerulea* var. *uliginosa*
- 14 *Prunella grandiflora*
- 15 *Equisetum palustre*
- 16 *Aster Bellidiastrum*
- 17 *Bartsia alpina*
- 18 *Eriophorum latifolium*
- 19 *Phyteuma orbiculare*
- 20 *Lotus corniculatus*.

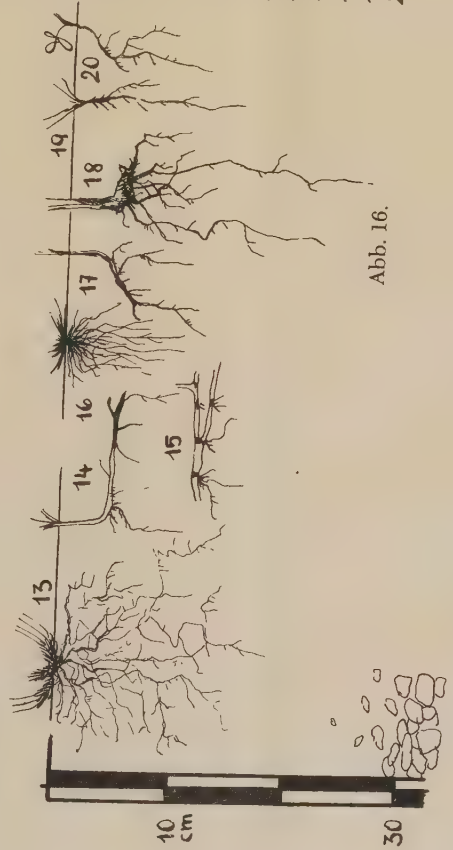


Abb. 16.

unterliegt die Wurzelausbildung dem Einfluß des Wassergehaltes. Die Wurzel-
ausbildung und vor allem -tiefe hängt hier im wesentlichen vom Grundwasser-
spiegel ab. Der Grundwasserspiegel liegt unmittelbar unter dem durchschnitt-
lichen Hauptdurchwurzelungsbereich.

Durchwurzelung im *Juncetum subnodulosi*

<i>Juncus subnodulosus</i>	Rhizom in einer Tiefe von 10 cm.
<i>Crepis paludosa</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 5 cm, tiefste Wurzeln bis 14 cm.
<i>Molinia coerulea</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 10 cm, tiefste Wurzeln bis 17 cm.
<i>Potentilla erecta</i>	Rhizom in einer Tiefe von 5 cm.
<i>Briza media</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 5 cm, tiefste Wurzeln bis 10 cm.
<i>Equisetum palustre</i>	Rhizom in einer Tiefe von etwa 10 cm.
<i>Cirsium palustre</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 10 cm, tiefste Wurzeln bis 14 cm.
<i>Angelica silvestris</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 10 cm, tiefste Wurzel kaum viel darüber.
<i>Galium palustre</i>	tiefste Wurzeln bis 6 cm.
<i>Phragmites communis</i>	Rhizom in einer Tiefe zwischen 10 und 15 cm.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Hauptdurchwurzelungsbereich bis 5 cm, tiefste Wurzeln bis 7 cm.
<i>Sesleria coerulea</i>	tiefste Wurzeln bis 9 cm.
var. <i>uliginosa</i>	
<i>Epipactis palustris</i>	tiefste Wurzeln bis 9 cm.

Die Durchwurzelung des *Juncetum subnodulosi* weist eine gewisse Schichtung auf. Die mitteltiefen Lagen werden von den Rhizomen von *Juncus subnodulosus*, *Equisetum palustre* und *Phragmites communis* durchwurzelt zusammen mit den tieferstreichenden Wurzeln von *Molinia coerulea* und *Crepis paludosa*. Alle anderen Wurzelsysteme finden sich in den darüberliegenden Schichten. Allerdings sind die Verhältnisse nicht so wie bei der vorigen Gesellschaft zu bewerten, handelt es sich doch um eine stark beeinflusste Ausbildung. Eine Zusammenfassung der untersuchten Arten zeigt die vorangestellte Tabelle und die Abbildung 17 (S. 388).

Kurz sei noch die Durchwurzelung im Kiefernwald gestreift. Soweit noch eine krautige Bodenvegetation vorhanden, liegen ähnliche Verhältnisse wie im Molinietum vor. Die Wurzeln der Strauch- und Baumarten streichen äußerst flach und dringen kaum in den Schotteruntergrund ein. Kiefer und Fichte bilden flache Wurzelteller, die nur in der über dem Schotter liegenden Bodenschicht ihre Verankerung haben.

Die eingehendsten Untersuchungen über Wurzelbildung, speziell an Moorpflanzen, wurden von METSÄVAINIO und KIEVENHEIMO durchgeführt. Beide Autoren kamen zu der Auffassung, daß die Wurzeltiefe ein und derselben Art an verschiedenen Standorten im wesentlichen vom Grundwasserstand abhängt. Dabei fanden sie, daß die Wurzeln der Arten vom „frischen“ Standort zum

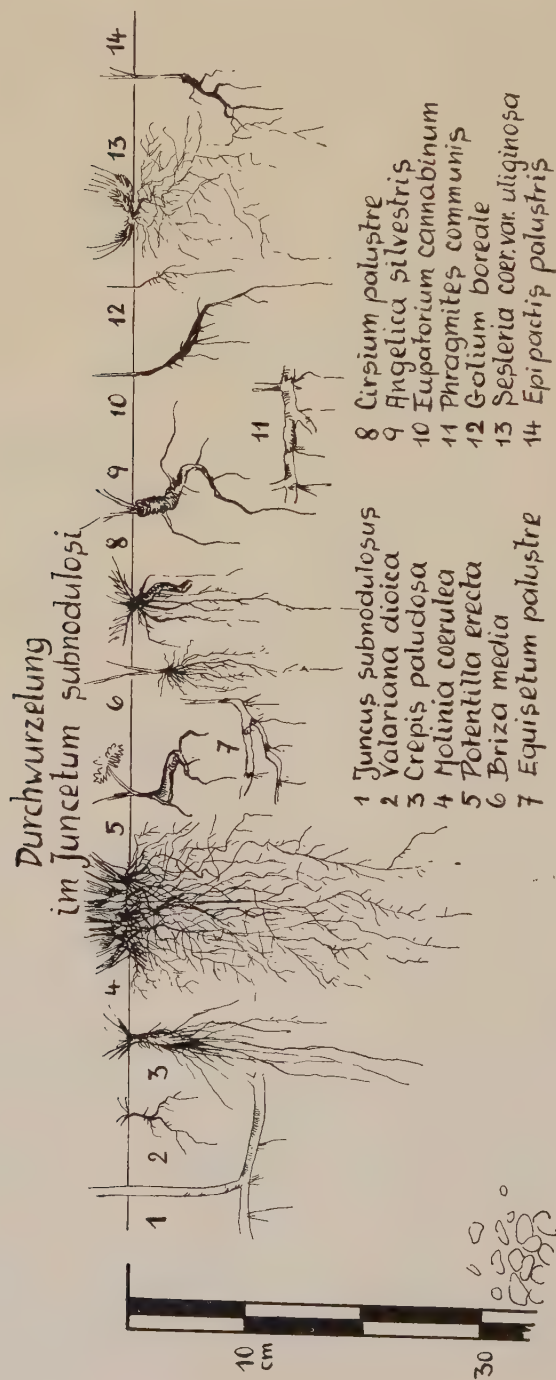


Abb. 17.

„trockeneren“ hin zu wachsen scheinen. Als Grund dafür nehmen sie die schlechtere Sauerstoffversorgung an den frischen Standorten an.

Innerhalb der Pflanzengesellschaften des Benninger Riedes erfolgte aber offenbar schon eine solche spezifische Auslese, daß es angebracht erschien, nicht speziell die Wurzelbildungsänderung der Einzelpflanzen im Wechsel der Standorte zu betrachten, sondern den durchwurzelbaren und tatsächlich durchwurzelten Raum jeder Pflanzengesellschaft.

Cladietum Marisci

	Hauptwurzel- ausbreitung	tiefste Wurzeln
— 5 cm Tiefe	31 %	6,5 %
— 15 cm	50 %	56,5 %
— 20 cm + > 20 cm	19 %	37 %
Zahl d. unter- suchten Arten	16 (100 %)	

Schoenetum nigricantis

	Hauptwurzel- ausbreitung	tiefste Wurzeln
— 5 cm Tiefe	42 %	15,5 %
— 15 cm	47,5 %	47,5 %
— 20 cm + > 20 cm	10,5 %	37 %
Zahl d. unter- suchten Arten	19 (100 %)	

Schoenetum ferr. subalpinum

	Hauptwurzel- ausbreitung	tiefste Wurzeln
— 5 cm Tiefe	37,5 %	16,5 %
— 15 cm	41,5 %	58,5 %
— 20 cm + > 20 cm	21 %	25 %
Zahl d. unter- suchten Arten	24 (100 %)	

Molinietum coeruleae

	Hauptwurzel- ausbreitung	tiefste Wurzeln
— 5 cm Tiefe	55 %	5 %
— 15 cm	40 %	85 %
— 20 cm + > 20 cm	5 %	10 %
Zahl d. unter- suchten Arten	20 (100 %)	

Juncetum subnodulosi

	Hauptwurzel- ausbreitung	tiefste Wurzeln
— 5 cm Tiefe	61,5 %	7,7 %
— 15 cm	38,5 %	84,6 %
— 20 cm		7,7 %
Zahl d. unter- suchten Arten	13 (100 %)	

Prozentueller Anteil der untersuchten Pflanzen an der Durchwurzelung in bestimmten Bodentiefen innerhalb der Pflanzengesellschaften.

Die Lebensformen in den Pflanzengesellschaften

Jede Pflanzengesellschaft besteht aus einer Anzahl bestimmter Lebensformen, die ihrerseits in Beziehung zum Standort stehen. Die Änderung der

Pflanzengesellschaft innerhalb der Sukzessionsreihe führt auch zu einer geänderten Lebensformenkombination. Vorliegende Untersuchung zeigt, daß zwischen Sukzession und Lebensform und damit zu den Änderungen am Standort überhaupt direkt Beziehungen bestehen.

Die Mehrzahl der gefundenen Arten gehört dem Typ der Hemikryptophyten an. Im Durchschnitt erreichen diese innerhalb der Sukzessionsreihe Cladietum — Molinietum im Schoenetum ferruginei subalpinum ihre höchsten Werte (56%). Im Molinietum weisen sie, bedingt durch die zunehmende Bewaldung, wieder eine geringere Häufigkeit (40%) auf. Deutlich wird der Wechsel der Lebensformen im Lauf der Standortsänderung, wenn man die einzelnen Untertypen zur Betrachtung mit heranzieht. Die Schaftpflanzen sind im typischen Cladietum Marisci die einzigen Vertreter der Hemikryptophyten. Im Schoenetum nigricantis nimmt ihr Prozentsatz (28%) wieder ab, um im Verlauf der weiteren Sukzession nochmals anzusteigen. Im Schoenetum ferruginei subalpinum und im Molinietum schwanken die Werte zwischen 30 und 35%. Rosettenpflanzen und Horstpflanzen treten im typischen Cladietum nicht auf. Im Schoenetum nigricantis besitzen die Rosettenpflanzen einen größeren Prozentsatz (15%) als die Horstpflanzen, obwohl diese dominieren. Im Schoenetum ferruginei subalpinum sind beide Typen gleich stark vertreten und halten sich auch im Molinietum bei absteigenden Werten die Waage (10—15%). Thallopflanzen werden nur im Schoenetum nigricantis beobachtet (8%).

Die Geophyten sind mit Ausnahme des Schoenetum nigricantis (12%) in allen Gesellschaften gleich stark vertreten (um 20%). Rhizomgeophyten stellen den höchsten Anteil, doch sinkt ihr Prozentsatz im Schoenetum ferruginei subalpinum und besonders im Molinietum ab.

Gerade umgekehrt zum Anteil der Hemikryptophyten verhält sich die Zahl der Chamaephyten. Ihren geringsten Anteil am Bestandsaufbau der Gesellschaften haben sie im Schoenetum ferruginei subalpinum. In den beiden Ausbildungsformen zwischen 10 und 15%. In allen Gesellschaften, außer in der letztgenannten, treten die Chamaephyten nur in Form von Deckenmoosen auf. Im Schoenetum ferruginei subalpinum sind außerdem Strauchflechten und Zwergsträucher beteiligt.

Die Phanerophyten zeigen eine deutliche Zunahme gegen das Ende der Sukzessionsreihe.

Eine Erläuterung benötigen vielleicht die hohen Prozentsätze der Lebensformen im Cladietum Marisci. Infolge der Artenarmut dieser Gesellschaft bedeuten einige Arten einer bestimmten Lebensform schon einen hohen Prozentsatz derselben. So erscheinen Chamaephyten (3 Arten in der typischen Ausbildung) und Phanerophyten (7 Arten) mit hohen Prozentwerten, obwohl das Schoenetum nigricantis in Wirklichkeit moosreicher ist und im Vergleich mit dem Molinietum keineswegs von einer Bewaldung gesprochen werden kann, wenn sich nur einige Individuen einiger Straucharten ansiedeln. Die Häufigkeit

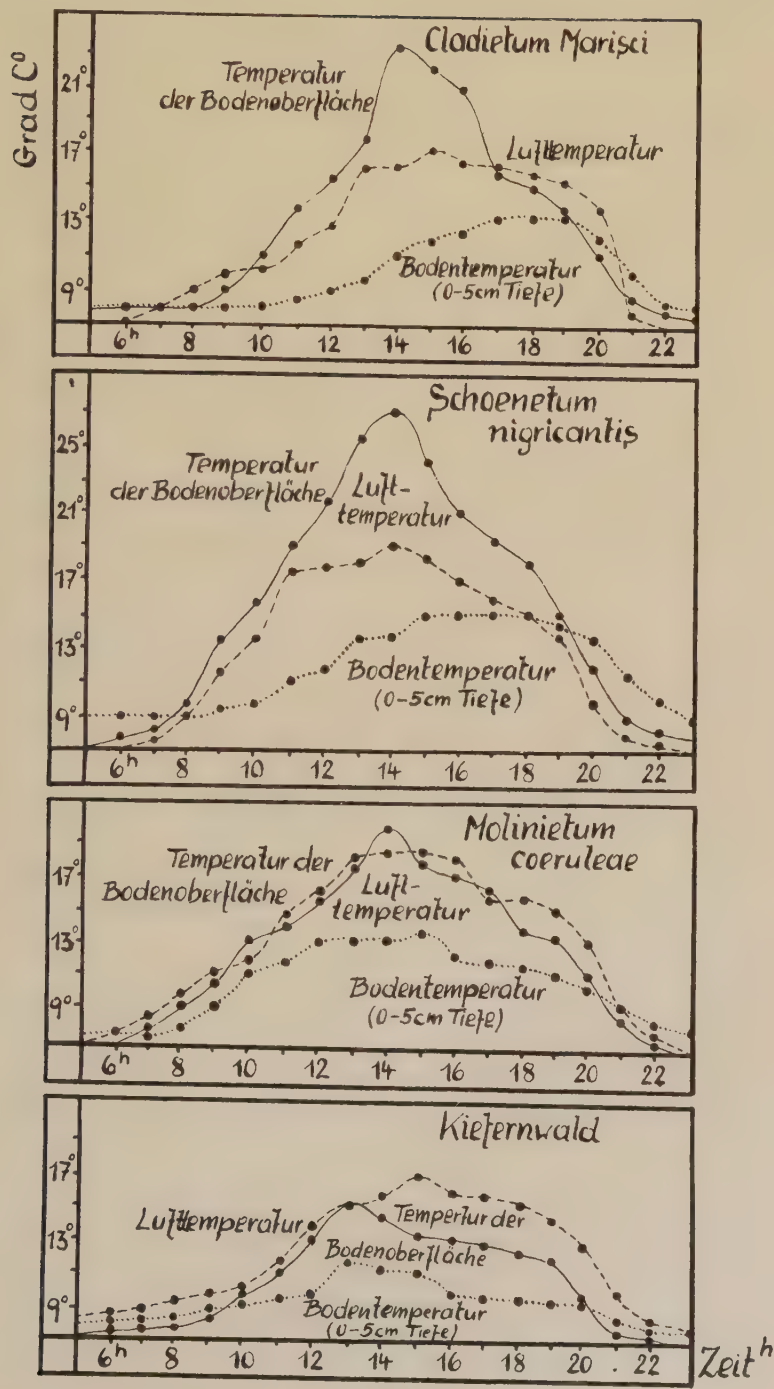


Abb. 18.

einer bestimmten Lebensform ist nur im Zusammenhang mit Deckungsgrad und Häufigkeit der betreffenden Art von Wert.

Klimafaktoren

Für die Charakterisierung eines Standortes genügen, wie bereits festgestellt, nicht nur Boden und Vegetation, sondern dazu kommen noch Höhenlage, Exposition, Niederschläge und Temperatur.

Höhenlage und Exposition gelten für das ganze Gebiet. Es handelt sich um die Talsohle des Memminger Tales mit einer Höhe von 610 m ü. M.

Auch die Angaben über Niederschlagsmengen und Jahrestemperatur sind für das Gebiet allgemein gültig. Die Niederschläge sind besonders wichtig als nachschaffende Kraft der Quellen. Diesbezüglich möchte ich auf den Klimatlas von Bayern hinweisen (KOCH, 1952).

Von hoher Wichtigkeit für den Standort aber sind die lokalen Temperaturverhältnisse, die Temperatur am Standort selbst. Gerade Temperaturuntersuchungen am Standort zeigen, wie groß die Wechselwirkung Vegetation — Boden — Klima sein kann. Die zunächst im Freien gegebene Temperatur wird von einer Pflanzengesellschaft in eine eigene Bestandstemperatur umgesetzt, und davon in gewisser Abhängigkeit steht wieder die Temperatur der Bodenoberfläche.

Zum Vergleich wurden an einem Juni-Tag Temperaturmessungen in vier verschiedenen Beständen durchgeführt. Dabei wurde die Bodentemperatur (0—5 cm Tiefe), die Temperatur der Bodenoberfläche und die Lufttemperatur gemessen. Die Dauer der Messung erstreckte sich von 5 Uhr morgens bis Mitternacht.

Im Schoenetum nigricantis begann die Bodentemperatur bei Sonnenaufgang kaum anzusteigen, während die Temperatur der Bodenoberfläche und die Lufttemperatur rasch höhere Werte erreichten. Die Kurve der Bodenoberflächentemperatur erhält bei höchstem Sonnenstand ihren Gipfel, fällt aber am Nachmittag entsprechend ihrem Anstieg genau so rasch wieder ab, während die Kurve der Lufttemperatur ausgeglichener verläuft. Die Bodentemperatur erhält dagegen erst am Nachmittag ihre höchsten Werte und behält diese sehr lange bei, während die beiden anderen Kurven im Verhältnis doch rasch fallen. Die langsame Bodenerwärmung und die nur zögernde Wärmeabgabe hängt unmittelbar mit dem hohen Wassergehalt des Bodens zusammen. Nach der Temperaturkurve zu urteilen müssen die Pflanzen dieser Gesellschaft in der Lage sein, hohe Temperaturschwankungen innerhalb eines kurzen Zeitraumes zu ertragen.

Ein ähnliches Kurvenbild ergaben die Messungen im Cladietum Marisci. Auch hier zunächst nur zögernder Anstieg der Bodentemperatur, später verbunden mit einer zögernden Wärmeabgabe, dagegen stürmischer Anstieg der Luft- und Bodenoberflächentemperatur und ein folgender rascher Abfall.

Verschieden davon verhält sich der Temperaturverlauf im Molinietum

coeruleae. Bei Sonnenaufgang setzt ein gleichmäßiges Ansteigen der drei Kurven ein, wenn auch abgestuft nach der Intensität der Erwärmung. Die Kurven der Luft- und Bodenoberflächentemperatur sind fast gleichwertig, was sicherlich seinen Grund in der zunehmenden Bewaldung hat. Die hier gemessene Lufttemperatur ist hier in Wirklichkeit schon Bestandstemperatur.

Bei der Temperaturmessung im Kiefernwald hätte noch eine vierte Messung durchgeführt werden sollen, nämlich oberhalb der Kronenschicht. Da dies aber in der technischen Durchführung auf Schwierigkeiten stößt, wurde es unterlassen. Die hier gemessene Lufttemperatur ist Bestandstemperatur. Auch hier tritt vom Beginn der Erwärmung an ein einheitlicher Anstieg der Kurven auf. Die Bodentemperatur erhöht sich nicht sehr stark, da auf dem Wege durch die Kronenschicht an die Luft und dann auch an die Bodenoberfläche Wärme abgegeben wird. Hier ist es so, daß die Bestandstemperatur höher als die Bodenoberflächentemperatur liegt. Die beigegebenen Diagramme erleichtern den Vergleich (Abb. 18).

Einerseits ist die Temperatur am Standort wesentlich abhängig von der Lichteinstrahlung, andererseits wirkt aber auch das Licht als Standortfaktor.

Schon oben wurde erwähnt, daß das *Cladietum Marisci* als typische Ausbildung immer in „reinen Herden“ auftritt. Man kann dies einmal auf die verdrängende Wirkung ihrer ober- und unterirdischen Teile zurückführen, damit verbunden aber auch auf die sich ändernde Lichtintensität. Der dichte Schluß der Schneide hindert das Licht, in seiner vollen Stärke bis zum Boden vorzudringen. Eventuell sich einstellende Arten müssen entweder an einen geringeren Lichtgenuß angepaßt sein, verbunden mit einer geringeren vegetativen Ausbildung (z. B. *Moose*), oder aber sie zeichnen sich selbst durch hohen, schlanken Wuchs oder durch eigene verdrängende Wirkung aus, um sich Zutritt zur Lichtquelle zu verschaffen.

Im *Schoenetum* und *Molinietum* tritt die selektive Wirkung des Lichtes nicht auffällig hervor. Eine entscheidende Rolle spielt es dagegen beim Übergang zu den Abbaustufen der Schneidriedgesellschaft. Die Vitalität des *Cladium* wird durch ihr weniger zusagende Bodeneigenschaften herabgesetzt, die Bestände lichten sich, und günstigere Lichtverhältnisse für neue Arten werden geschaffen.

Ebenso wichtig scheinen die Lichtverhältnisse beim Übergang vom *Molinietum* zum Kiefernwald zu sein. Die zunehmende Beschattung ändert auch die Bodenvegetation. Dieses Beispiel ist deshalb interessant, weil es zeigt, daß selbst manche Arten ökologisch wirksam werden können, indem sie über einen anderen Faktor, hier das Licht, ihren Einfluß auf die übrige Vegetation ausüben. Die Kiefernbestockung ändert die Intensität des zur Verfügung stehenden Lichtes. Sie selbst hat sich aber auf Grund der geänderten Bodenverhältnisse eingestellt. Wahrscheinlich spielt für das Verschwinden der *Molinietenarten* auch die jetzt etwas abgeänderte Wasserversorgung eine Rolle.

Zu ausgeprägten Wasserschwankungen im Laufe der Jahreszeiten kommt es nicht mehr. Die Kiefer und die sich einstellenden anderen Sträucher und Bäume „pumpen“ das Wasser aus dem Oberboden weg und wirken dadurch ausgleichend auf den Wasserhaushalt.

Der Übergang von der *Cladium-Sphagnum*-Gesellschaft zum Kiefernwald wird sich unter ähnlichen Bedingungen vollzogen haben. Wie vorher spielt auch die verminderte Lichtintensität eine Rolle bei der Verdrängung der Sphagna, die aber Hand in Hand mit dem verminderten Wassergehalt des Oberbodens geht; das Wasser wird ja wiederum von den auftretenden Bäumen „weggepumpt“.

Dadurch kann allerdings nur eine gewisse Regulierung des Wassergehaltes im Oberboden erzielt werden und, soweit die Pflanzen in ihrer Wasserversorgung von ihm abhängen, auch in der Vegetation. Der Grundwasserspiegel bleibt dagegen immer gleich, wenn auch der Vergleich der verschiedenen Gesellschaften zu der Annahme verleiten möchte, der Grundwasserspiegel sei gesunken. In Wirklichkeit wurde nur der Oberboden durch Anhäufung organischen Materials erhöht.

Auch im *Salix*-Gebüsch wird die Bodenvegetation sicherlich vom Licht mitbestimmt, wenn auch der Einfluß der Sträucher auf die Bodenbildung und damit Bodenvegetation gleich groß ist. Die langsam vermodernden Strünke und Äste geben zunächst nur einer Moosvegetation die Möglichkeit der Ansiedlung.

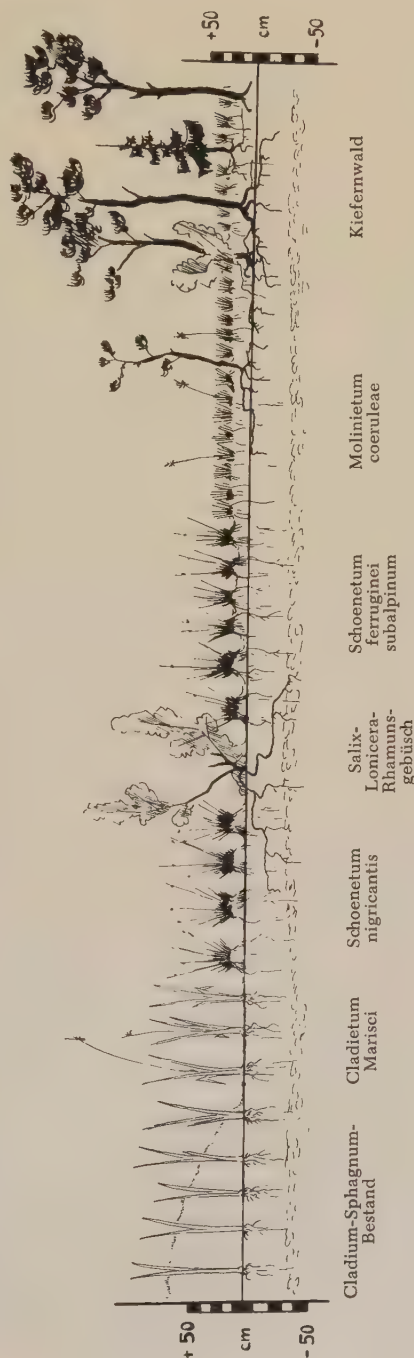


Abb. 19. Mittlerer Wasserstand in den Pflanzengesellschaften.

Stabilität der Pflanzengesellschaften

Kurz sei noch ein Problem gestreift, das mit dem gestellten Thema nur mittelbar in Zusammenhang steht, das aber die Existenzdauer des Benninger Riedes zur Fragestellung hat. Das Naturschutzgesetz verbietet jeden Eingriff in die natürlichen Verhältnisse des Gebietes. Demnach steht einem normalen Ablauf der Sukzession nichts im Wege. Die Folge ist, daß im Laufe der Zeit die Ausgangsgesellschaften immer mehr einer zunehmenden Bewaldung weichen müssen. Mit dem Verschwinden dieser Pflanzengesellschaften würde aber auch *Armeria purpurea* zurückgehen und schließlich ausbleiben. Da es sich aber um eine Art handelt, die im Benninger Ried ihr einzig häufigstes sicher nachgewiesenes Vorkommen hat (in der Literatur werden noch erwähnt: BAUMANN 1911, Bodensee-Untersee; VOLLMANN 1914, Dennenlohe bei Gunzenhausen?), wäre es gut, sich einmal darüber Gedanken zu machen, wie man die Bedingungen an den Standorten dieser Art halten kann. Diese Frage ist aber abhängig von der Art der Sukzession. Es wurde schon betont, daß die Entwicklung der Gesellschaften zu einem Endglied drängt, wobei die Entwicklungsgeschwindigkeit der einzelnen Stadien verschieden ist. Im Benninger Ried liegt also eine „rückläufige Sukzession“ vor. Die Maßnahmen hängen aber auch davon ab, welches Sukzessionsstadium besonders geschützt werden soll. In diesem Fall ginge es um das Gleichbleiben der Standortverhältnisse für die Riednelke, also um die Erhaltung des *Schoenetum nigricantis*.

Am naheliegendsten sind zunächst Maßnahmen, welche die Sukzessionsgeschwindigkeit verlangsamen, mindestens aber auf dem heutigen Stand halten, niemals aber erhöhen. Die vordringlichste Aufgabe wäre, dem Gelände nicht mehr Wasser zu entziehen als unbedingt nötig erscheint. Vielmehr könnten durch die Schleusen der Hammerschmiede, der Riedmühle und der Fabrik Haussmann die Wasservorräte gestaut werden. Durch lokalen Stau der Quellbäche im *Schoenetum* selbst könnte man die herrschenden Verhältnisse zusätzlich stabilisieren.

Falls sich der gewünschte Erfolg noch nicht einstellen sollte, müßten weitaus gewaltsamere Methoden angewandt werden, wie sie z. B. in Holland mit Erfolg praktiziert werden, wenn auch in anderen Pflanzengesellschaften. Ich denke hier an das Abgraben kleiner Molinieten- oder *Schoenetum ferruginei subalpinum*-Flächen innerhalb des *Schoenetum nigricantis* oder etwa an die Entfernung des *Salix*-Gebüsches, um mit dem freigelegten Schottergrund dem *Schoenetum nigricantis* neue Ansiedlungsmöglichkeiten zu bieten.

Es besteht aber die Gefahr, daß selbst diese Vorschläge, selbst einwandfrei durchgeführt, nicht den gewünschten Erfolg bringen. Südlich des Riedes beginnt sich Benningen immer mehr nach Westen auszubreiten. Früher reines Weideland ist heute Siedlungsboden. Trotz Kanalisation besteht die Gefahr, daß das Grundwasser verschmutzt. Auch die zunehmende Düngung des umliegenden Wiesengeländes kann das Grundwasser mit Stoffen anreichern, die

den Pflanzengesellschaften im Ried nicht zusagen. Es wird also in jedem Fall besser sein, solange über diese Zusammenhänge nichts Genaueres bekannt ist, mit der Düngung angrenzender Flächen vorsichtiger zu verfahren. Von großem Wert wäre es sicherlich, dem Grundwassersystem des Gebietes mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Um den Erfolg oder Mißerfolg unserer Maßnahmen beurteilen zu können, muß eine Kontrolle ihrer Wirkung auf die Pflanzenwelt da sein. Zu diesem Zweck könnten Flächen bestimmter Größe, sog. „Dauerquadrate“, abgesteckt werden, die uns von Zeit zu Zeit eine Überprüfung der Pflanzendecke bezüglich ihrer Zusammensetzung erlauben. Die Lage der „Dauerquadrate“ ist dabei sorgfältig auszuwählen. Neben Probeflächen innerhalb der typischen Gesellschaften sind gerade solche in Übergangsformen zu anderen sich sukzessiv anschließenden Pflanzengesellschaften von Interesse, die uns Einblick in die Entwicklungsgeschwindigkeit und -richtung geben können.

2. Das Memminger Tal

Geologischer Überblick

Das Quartär, der jüngste Abschnitt der Erdgeschichte, charakterisiert durch seine Vereisungsperioden, war bestimmend für die Landschaftsgestaltung des schwäbischen Raumes. Die nördlich der Jungmoräne liegende Riedel- und Schotterterrassenlandschaft ist das Ergebnis. Die Schmelzwässer der Gletscher formten durch Erosion und Sedimentation das heutige Landschaftsbild.

Das Memminger Tal, ehemaliges Abflußbett des Illergletschers, erhielt seine endgültige Form während der letzten Vereisungsperiode und ihres Abklingens. Vorher wurden immer wieder Schottermassen aus dem vergletscherten Gebiet durch die Schmelzwässer abgelagert und durch die Schmelzwässer der darauf folgenden Vereisungsperiode wieder erodiert. In der Würmeiszeit erfolgte dieser Vorgang zum letzten Mal, wobei sich die heutige Talform ausbildete. Die würmeiszeitlichen Schmelzwässer brachten zusätzlich ihr eigenes Schottermaterial mit, so daß die Talsohle mit würmeiszeitlichem Schotter ausgefüllt wurde (SCHÄFER & GRAUL, *Geologica Bavarica*, 18). Darauf setzte ein verstärkter Rückzug des Illergletschers und die Abnahme des Schmelzwassers ein. Im Memminger Gebiet war damit die Verlegung des Illerbettes nach Westen verbunden. Als die Gletscher auf ihrem Rückzug den Alpenrand passierten, nimmt man für Bayern den Beginn des Postglazials an. Ob dieser Rückzug stetig vor sich ging, oder mit kleineren oder größeren Schwankungen verbunden war, ist nicht geklärt.

Die Ablagerungen des Postglazials sind im Vergleich zu früheren erdgeschichtlichen Epochen nicht so mächtig. In den Tälern außerhalb der Alpen finden sich die meisten Bildungen dieses Zeitabschnittes. Zu ihnen werden unter anderem Alm- und Tuffablagerungen gestellt, ebenso Torfe der verschiedensten Moortypen.

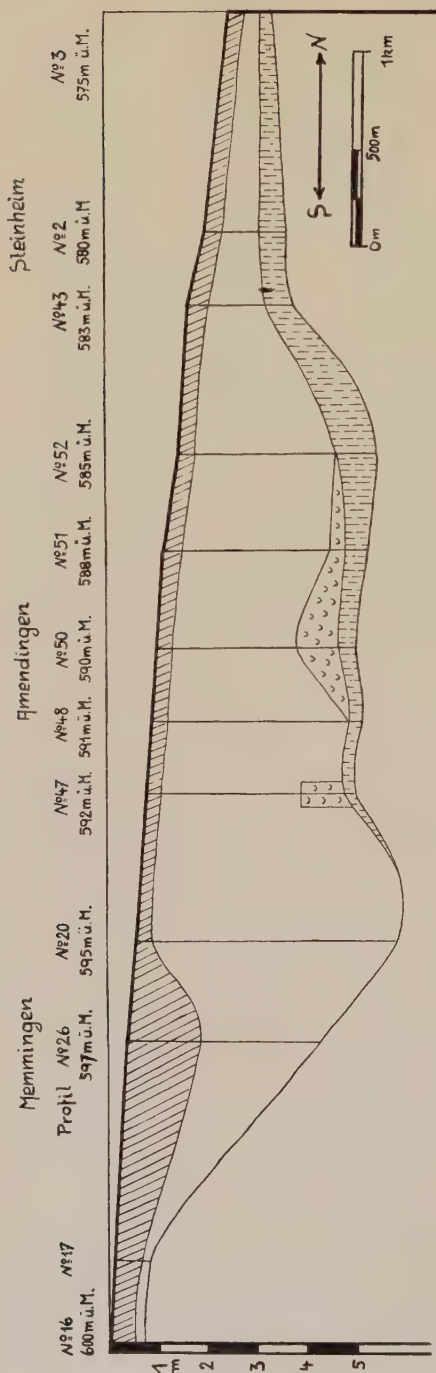


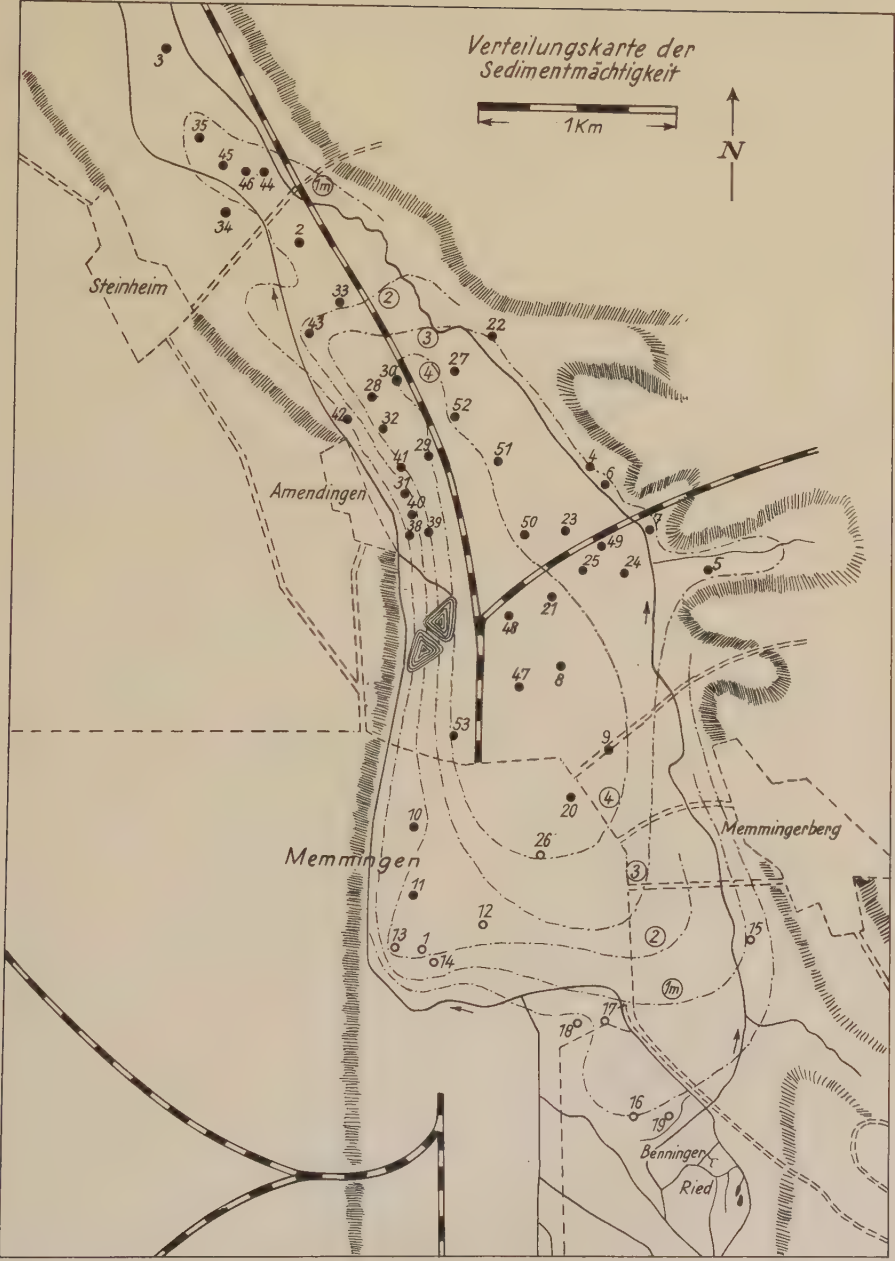
Abb. 20. Saumprofil des Memminger Tales.

Alm-, Tuff- und Torf- ablagerungen

Auf einer Länge von etwa 6 km treten im Memminger Tal Alm-, Tuff- und Torfbildungen auf. Ihre Mächtigkeit, Verteilung und ihre Entstehung im Zusammenhang mit den geologischen Voraussetzungen soll im folgenden Abschnitt behandelt werden.

Wie alle größeren Täler der schwäbischen Schotterland-schaft verläuft auch das Memminger Tal in SN-Richtung. Die Schotter der Talsohle weisen jedoch keine gleichmäßig abnehmende Ablagerung von Süden nach Norden auf, sondern zeigen zwischen dem Benninger Ried und dem Dorfe Steinheim eine leichte Einmuldung. Die Muldenbildung gab die erste Voraussetzung für die Ablagerung von Alm, Tuff und Torf. Die Ursache der Mulde zu finden, übersteigt dagegen das gestellte Thema.

Für das gesamte Gebiet verteilt wurden Bohrungen durchgeführt und Aufschlüsse untersucht, die eine Darstellung der Sedimentmächtigkeit und ihrer Verteilung zulassen. Daraus wurden einige Profile ausgewählt, deren Zusammenstellung das Längsprofil des Memminger Tales ergab. Aus Zweckmäßigkeit wurde die Darstellung des Maßstabverhältnisses nicht 1:1 gewählt, sondern weitaus übertieft dargestellt, um die Muldenlage besser zur Geltung zu bringen. Die erwähnte Karte und das Profil sind beigegeben.



Karte 3.

Das gesamte Sedimentationsgebiet kann in drei Abschnitte gegliedert werden, die man auf Grund der Profilgestaltung erhält:

- Im südlichen Teil des Tales bestehen die Profile fast durchwegs aus Alm- und Tuffablagerungen mit nur vereinzelt auftretenden mudde- bis kalkmuddeartigen Horizonten. Die Profile beginnen über dem Schotter immer mit Alm (vgl. z. B. Profil Nr. 9, Nr. 20). Kalkmudde enthält ausgefallten Kalk vermischt mit organischen Resten, während Alm nur aus ausgefalltem Kalk besteht.
- Die Profile im nördlichen Abschnitt weisen dagegen immer eine Zweischichtigkeit auf. Erst einem mehr oder weniger mächtigen Basistorf liegen die Alm- und Tuffbildungen auf, in welchen wiederum muddeartige Lagen auftreten können (vgl. z. B. Profil Nr. 48, Nr. 50).
- Am Ostrand des Tales ergaben die Bohrungen eine abweichende Gestaltung dieser beiden Profiltypen. Hier wechseln muddeartige, kalkige und torfige Lagen in unregelmäßiger Reihenfolge ab. Nur in einer schmalen Zone ist dieser Typ zu finden. Alle Ablagerungen des Tales liegen über Schotter, nur am Ostrand bildet „ausbeißendes“ Tertiär den Untergrund, dessen Einfluß sich auf die dortigen Sedimente geltend machte.

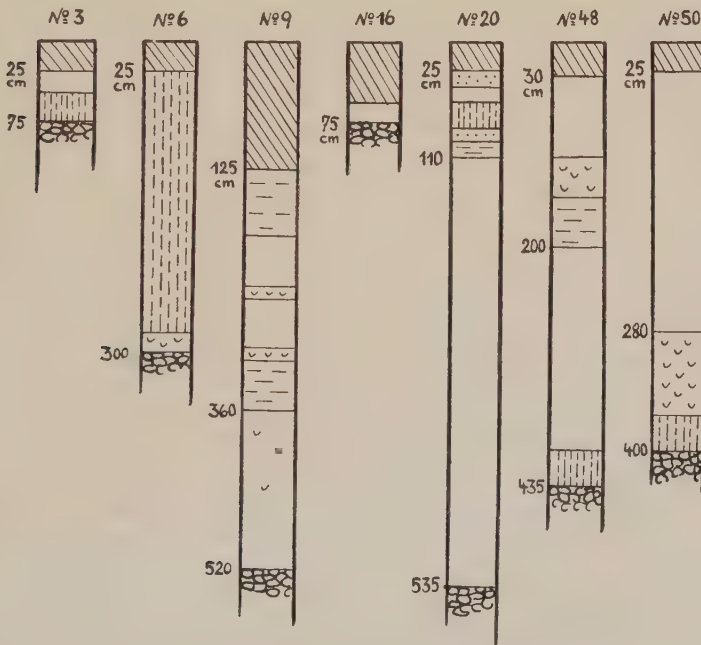


Abb. 21. Bodenprofile aus dem Memminger Tal.

In diesem Zusammenhang sei auf die Zusammenstellung einiger Bohrprofile des Memminger Tales hingewiesen, außerdem enthalten die später

gezeigten Pollendiagramme ebenfalls genaue Sedimentbeschreibungen der einzelnen Lagen.

Um aber die Ursache der Sedimentation zu verstehen, müssen alle Bedingungen näher erläutert werden, die zu der einen oder anderen Sedimentform führen konnten. Es wurde schon erwähnt, daß die Muldenlage als erste Voraussetzung der postglazialen Ablagerungen überhaupt zu gelten hat. Für die Alm- und Tuffbildung war eine weitere Bedingung das Vorhandensein kalkreichen Wassers. Aus dem Vergleich des Verlaufs des Talbodens und der Lage des Wassereinzugsgebietes wird dessen Auftreten verständlich. Das Einzugsgebiet umfaßt vor allem die kalkreiche Jungmoräne zwischen Grönenbach und Dietmannsried und die sich nach Norden anschließenden Decken-, Hoch- und Niederterrassenschotter. Das meist unterirdische streichende Wasser — das unter dem Schotter liegende Tertiär bildet die wasserleitende Schicht — trat auf der Höhe zwischen Benningen und Memmingen als Quellen an die Oberfläche.

Die Entstehungsweise solcher Almböden und Tuffe war bis vor etwa 20 Jahren noch problematisch. SENDTNER brachte die ersten vermutenden Angaben über deren Entstehung. Erst WALLNER gelang in den 30er Jahren die Klärung. Ihre Bildung wird als „pflanzenbedingte“ Kalkfällung erkannt, die je nach den beteiligten Arten zu einer der beiden Formen führt. Die Alm- und Tufflager des Memminger Tales sind Produkte von Prozessen, wie man sie heute noch im Benninger Ried beobachten kann. Angeregt durch WALLNERS Ergebnis suchte ich auch für das Benninger Ried nach der Ursache. In den gering bewegten Pfützen zwischen den „Hoppen“ fällt ein „molkeartiger“ Brei auf. Unter dem Mikroskop zeigt er eine Menge Blaualgen, Chrookocken, welchen mengenmäßig noch mehr kleine Kalkpartikel beigemischt sind. WALLNER führt die Almbildung in seinem Untersuchungsgebiet (Gfällach im Schutzgebiet bei Eichenloh) auf die Assimilationsfähigkeit von Cyanophyceen zurück. Durch ihre Tätigkeit wird dem im Wasser gelösten Calciumbikarbonat Kohlendioxyd entzogen, so daß es als Calciumkarbonat ausfällt. Auch für das Benninger Ried und das Memminger Tal möchte ich die Almbildung auf die Tätigkeit solcher Blaualgen zurückführen. Nach WALLNER vermögen „Almbildner“ der von ihnen gefällten Kalkmasse keine Kornbindung zu verleihen. In trockenem Zustand besitzt der Alm dementsprechend „sandigen“ Charakter.

Neben dem Alm fallen aber auch Tufflagen in den Profilen auf. Stellenweise beobachtet man zum Teil mächtig entwickelte, plattenförmig angeordnete Tuffe. Eine entsprechend rezente Bildung läßt sich ebenfalls im Benninger Ried verfolgen. An den moosreichen Quellaustritten kommt es durch die Assimilationsfähigkeit der Moose zu Tuffausscheidungen. Sicherlich waren diese Tuffe auch am fossilen Standort an Quellen gebunden. Die Tufflagen werden in verschiedenen Tiefen gefunden und ihre Entstehung und Bedeutung war sicherlich ähnlich der im Benninger Ried.

Noch eine andere Tuffausbildung wird in den Profilen gefunden. Ihre

Entstehung verdankt sie *Oocardium stratum*, einer Alge. Als Unterlage benutzte diese beliebige Pflanzenteile. Mit ihren warzenförmigen Kalkausscheidungen bildete sie dicke Krusten auf dem Substrat. Ähnliche Ablagerungen entstehen aber auch heute noch an den Steinen oder festen Pflanzenresten in den kleinen, rasch fließenden Bächen des Benninger Riedes, die das Schoenetum entwässern. WALLNER hat seinerzeit diese Alge als wichtigsten Tuffbildner überhaupt erkannt. Seinen Beobachtungen zufolge, die an jedem Tuff einfach nachgeprüft werden können, verleihen die „Tuffbildner“ im Gegensatz zu den „Almbildnern“ ihrem mineralischen Fällungsprodukt hohe Kornbindigkeit und damit Druckfestigkeit. Tuffe entstehen nur in rasch bewegtem Wasser.

Im Süden des Tales kam es also schon von Anfang an unter der Wechselwirkung von kalkreichem Wasser und „kalkfällenden“ Pflanzen zu Alm- und Tuffablagerungen. Im Norden des Gebietes begann die Vermoorung mit Torfbildung. Da im gesamten Gebiet der Beginn der Sedimentation in den gleichen Zeitabschnitt fällt — der Nachweis wird später erbracht — müssen die lokalen Bildungsbedingungen in den beiden Geländeabschnitten verschieden gewesen sein. Sicherlich wird man aber den Grund zuerst im unterschiedlichen Kalkgehalt des Wassers zu suchen haben. Abgeänderte Bedingungen gegenüber dem Südteil herrschten auch am Ostrand des Tales. Über Tertiärreste, die hier „ausbeißen“ und z. T. noch die Talsohle bilden, lagerten sich nur mudde- und kalkmuddeartige Sedimente ab. Vom Süden und dem Ostrand gelangte in den nördlichen Abschnitt nur noch Wasser, dessen Kalk schon weitgehend ausgefällt war. Zusammenwirkend mit der sich einstellenden Vegetation konnte nur Torf entstehen. Die Torfbildung braucht aber nicht nur aus der Kalkarmut des Wassers gedeutet zu werden, sondern kann auch auf eine geringere Wasserzufuhr zurückgehen. Vermutlich wird beides mitgespielt haben. Näheres über die Standortbedingungen folgt später.

Die Mächtigkeit der Ablagerung hing von der Stärke der Einmuldung ab. Die tiefsten Profile wurden zwischen Memmingen und Amendingen gezogen. Die beigelegte Karte gibt über die Verteilung der Sedimentmächtigkeit Auskunft.

Wie aus Profil und Karte ersichtlich, hört der Alm im Norden und Süden an bestimmten Stellen auf. Im Süden schließen sich an die Almböden anmoorige Bodenbildungen an. Zwei Tatsachen sind zunächst wichtig: Das Benninger Ried und dessen Almvorkommen liegt isoliert vom Hauptalmgebiet. Das sich an die Almgrenze nach Süden anschließende Gelände besaß aber früher nachweislich ebenfalls Riedcharakter und damit Almvorkommen. Demnach wurden die Almböden durch Einflüsse irgendwelcher Art in Anmoor umgewandelt. Kubiena weist darauf hin, daß Almböden bei bestimmten Kulturbedingungen vermooren. Aber auch unbeeinflusst durch den Menschen vollzieht sich der gleiche Vorgang. Das Schoenetum nigricantis auf Almstandorten geht in das Molinietum coerulae über, das auf Anmoor gedeiht. Entwässerungsmaßnahmen erzielen, genau wie die natürliche Sukzession der Pflanzengesellschaften, den gleichen Effekt.

Der Oberboden wird dem dauernden Einfluß des Grundwassers entzogen. Im ersten Fall geschieht dies durch Senken des Grundwasserspiegels. Die Sukzession führt zu einem „Wachsen“ des Oberbodens infolge Anhäufung organischen Materials. Vermutlich waren beide Vorgänge an der Umbildung beteiligt. Die südliche Almgrenze stellt also in Wirklichkeit nur die Abgrenzung einer bestimmten Almmächtigkeit dar, bei der nicht mehr der gesamte Alm in Anmoor umgewandelt wurde. Nicht ganz so liegen die Dinge westlich des Kressenbaches. Die Almgrenze ist gegenüber dem östlich des Kressenbaches gelegenen Gelände etwas nach Norden verschoben. Zwischengeschaltete Auemergellagen unterscheiden diese Anmoorstandorte. Alte Belagerungskarten aus dem 30jährigen Krieg zeigen, daß gerade diese Flächen durch Wasserstau die Stadt vor Angriffen aus dem Osten schützten. Vermutlich besteht ein Zusammenhang zwischen Auemergel, Wasserstau und Almgrenze. Es ist anzunehmen, daß die Almbildung auch hier noch weiter im Süden stattfand und erst durch menschlichen Einfluß gestoppt und schließlich der Boden umgewandelt wurde.

Im Norden des Tales hört der Alm bei Steinheim auf. Östlich der Ach ist die Abnahme wohl primär durch die Muldenlage bedingt. Westlich der Ach waren dagegen vermutlich jüngere Erosionsvorgänge an der Umwandlung der Almböden beteiligt. Eingestreute „Alminseln“, die in der Karte nicht erfaßt wurden, lassen diesen Schluß zu. Das Vorkommen von Mischböden (abwechselnd Alm, Torf oder Auemergel) spricht ebenfalls dafür. Diese Mischböden werden besonders im ehemaligen Gebiet der Amendinger Rieselwiesen beobachtet und entstanden wahrscheinlich durch deren Anlage.

Zeit der Sedimentation

Allein auf Grund der geologischen Gegebenheiten kann angenommen werden, daß die Ablagerung schon im frühen Postglacial eingesetzt hat (GRAUL, *Geologica Bavarica*, 18). Die Pollenanalyse ermöglicht infolge ihrer Methodik eine genaue Untersuchung dieser Annahme.

Die Profile aus dem Haupttal ergeben keine vollständigen Pollendiagramme. Alm und Tuff zerstörten von vornherein den Blütenstaub. Weit günstiger lagen die Verhältnisse in einem kleinen WO-verlaufenden Seitental, das sich in einem Tertiärrest einschneidet. Kalkfällung blieb hier aus. Die Ablagerung, von Anfang an nur kalkmuddeartig, bekam in den jüngeren Lagen mehr und mehr flachmoortorfartigen Charakter. Die Konservierungsbedingungen für die Pollen waren günstiger. Das Diagramm als Auswertung der Bohrung bestätigt es. Die Bohrtiefe beträgt 3 m. Dieses Diagramm Nr. 5 wird als Grundlage der zeitlichen Eingliederung der Lagen aus den übrigen Profilen benützt. Auf diese Weise läßt sich auch die Ablagerungsmächtigkeit eines Zeitabschnittes feststellen.

Besprechung des Diagramms Nr. 5

Die Grundlage der zeitlichen Einordnung eines pollenanalytischen Untersuchungsergebnisses ist die postglaciale Waldfolge Mitteleuropas, die je nach der Lage der Landschaft etwas variiert.

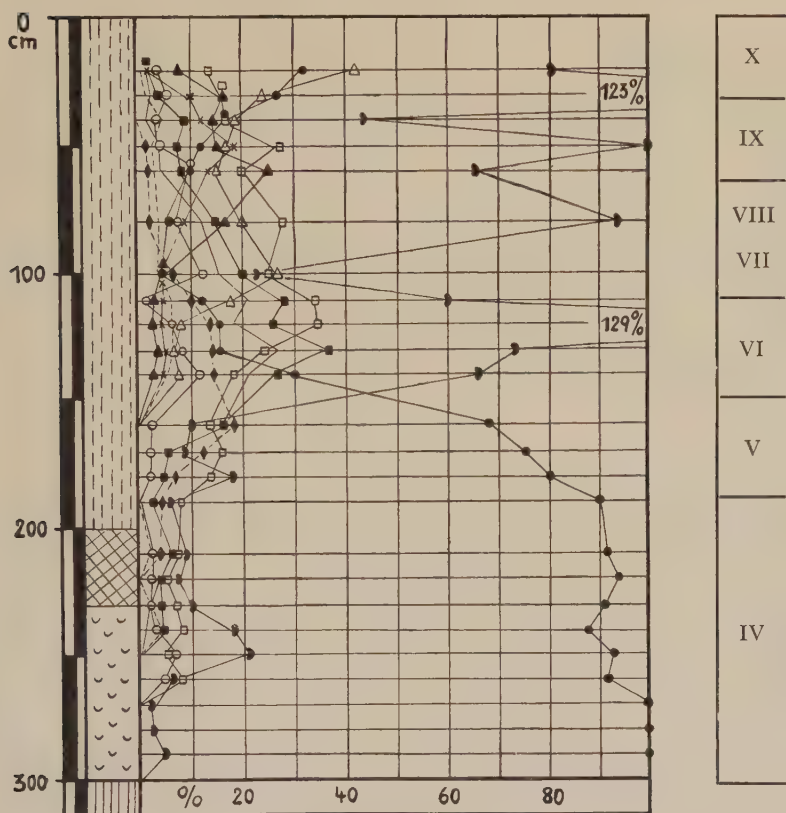


Abb. 22. Profil Nr. 5.

- | | | | |
|---------------|----------------|------------------|----------------------------|
| <i>Pinus</i> | <i>Alnus</i> | Cyperaceae | <i>Calluna vulgaris</i> |
| <i>Picea</i> | E M W | Gramineae | <i>Vaccinium oxycoccus</i> |
| <i>Fagus</i> | <i>Quercus</i> | Compositae | Filicinae |
| <i>Abies</i> | <i>Tilia</i> | <i>Equisetum</i> | <i>Sphagnum</i> |
| <i>Betula</i> | <i>Corylus</i> | <i>Epilobium</i> | |



Torf (allgemein)



Tuff
(Stengel- u. Plattentuff)



Holzreste



Schotteruntergrund



Tertiäruntergrund



Graswurzelmus
Kulturboden



humoser Alm



Alm z. T. mit
„körnigem Tuff“



Kalkmudde



Lebermudde

Das Diagramm setzt in der Kiefernzeit ein. Schon sehr früh beginnt die Eichenmischwaldkurve. Bevor diese ihren Gipfel erreicht hat, treten *Picea*, *Fagus* und *Abies* auf. Zunächst nehmen die Fichtenwerte zu, fallen dann aber wieder etwas. Die Werte der EMW-Kurve beginnen ebenfalls zu fallen, während Buche und Tanne dominieren. In der letzten Epoche gehen auch deren Werte wieder zurück, dagegen beginnen die Kurven von Fichte und Kiefer erneut erst langsam, dann aber steil anzusteigen. In Anlehnung an das von Paul & Ruoff für das Gebiet des ehemaligen Iller-Lech-Gletschers aufgestellte Durchschnittsdiagramm lassen sich aus dem vorliegenden Diagramm folgende Etappen der Waldentwicklung ablesen:

Kiefernzeit	Absolutes Vorherrschen der Kiefer.
Kiefern-Haselzeit	Noch starkes Vorherrschen der Kiefer, <i>Corylus</i> gipfel und Beginn der EMW-Kurve.
EMW-Zeit	EMW-Gipfel und noch beträchtliche <i>Corylus</i> werte.
Fichten-EMW-Zeit	Langsam absteigende EMW-Kurve und Fichtengipfel.
Buchen-Tannen-Fichten-Zeit	Buchenmischwald, vorerst dominiert die Buche, die dann von der Tanne, später Fichte abgelöst wird.
Fichten-Kiefernzeit	Erst langsamer, dann steiler Anstieg der Fichten- und Kiefernkurve, schließlich Dominanz beider Arten; Zeit der Fichten-Kiefernforste.

Die einzelnen Etappen der Waldentwicklung im Untersuchungsgebiet können wie folgt den verschiedenen Zeitabschnitten der waldgeschichtlichen Gliederung Mitteleuropas zugeordnet werden: Die Kiefernzeit wird im wesentlichen dem Abschnitt IV entsprechen, z. T. auch noch älter sein. Mit dem Abschnitt V dürfte die Kiefern-Haselzeit zusammenfallen, während die EMW-Zeit dem Abschnitt VI gleichzusetzen wäre. Die Fichten-EMW-Zeit wird dagegen mit den Abschnitten VII und VIII identisch sein, wovon vielleicht die jüngere Periode von VIII schon der Buchen-Tannen-Fichtenzeit angehört, die aber in der Hauptsache dem Abschnitt IX entsprechen wird. Die Zeit der Fichten-Kiefernforste fällt mit dem Abschnitt X zusammen.

Das zeitweise sehr häufige Auftreten von Erlenpollen hat vermutlich seine Ursache in lokalen Erlenbeständen. Bodenart und Funde von *Alnus*resten (vgl. später Vegetation am fossilen Standort) sprechen dafür. Die hohen Werte der Farnsporen zu Zeiten von Erlengipfeln deuten ebenso darauf hin.

Das ermittelte Diagramm läßt einen unmittelbaren Vergleich mit dem von PAUL & RUOFF aus dem Reichholzrieder Moor (nördlich Kempten) erstellen zu. Dieses Moor breitet sich südlich des in der Nähe liegenden Endmoränenzuges aus. Infolge der geringen Entfernung ist die Ähnlichkeit der Diagramme durchaus zu verstehen. Die EMW-Phase setzt im Memminger Diagramm früher ein und hält auch länger an. Die Abschnitte Fi-EMW-(Ta)-Zeit, Fi-Bu-Zeit und Bu-Ta-Zeit erscheinen dagegen im Memminger Diagramm nicht ausgeprägt. Das Vordringen der Buche, Tanne und Fichte wurde durch die Riedellandschaft begünstigt. Ihr Durchsetzen gegenüber dem EMW-Wald erfolgte aber sicher verzögerter als im Moränengebiet. Darauf läßt sich vermutlich zurück-

führen, daß nördlich der Endmoräne die einzelnen Phasen des Bergwaldes nicht ausgeprägt erschienen. Bestimmt aber kam es zu seiner Ausbildung, wenigstens auf den Moränenresten und Deckenschotterböden, obwohl die EMW-Kurve noch auf das Vorkommen wärmeliebender Holzarten deutet. Eine anschauliche Beschreibung, wie man sich dieses Nebeneinander vorzustellen hat gibt HORNSTEIN: „Der Vorlandbergwald von Buche-Tanne, im Allgäu stark mit Fichte durchsetzt, ist breitflächig auf die Landschaft der Jungmoräne verteilt. Die innere Zone des Bergwaldes setzt sich als äußere Zone auf den in das Schotterland vorspringenden Riedeln alter Terrassen oder fragmentarischer Altmoränen fort, gleichsam als montanes „Gleis“ des Bergwaldes im Vorland. Während ein submontanes „Gleis“ in den Flußtälern und auf den Hoch- und Niederterrassen den Buchen-Eichenwald in montaner Ausprägung dem Alpenrand näherrückt.“

Diagramme des Haupttales

Wie zu Anfang dieses Kapitels schon betont, ergeben pollenanalytische Untersuchungen der Profile im Haupttal keine vollständigen Diagramme. In jedem Fall können nur Profilteile pollenanalytisch analysiert werden. Der Sedimentbeginn kann aber bei den untersuchten Profilen immer nachgewiesen werden. Der Beschreibung der Diagramme wird außerdem die Sedimentform, geordnet nach der natürlichen Lagerung, beigelegt.

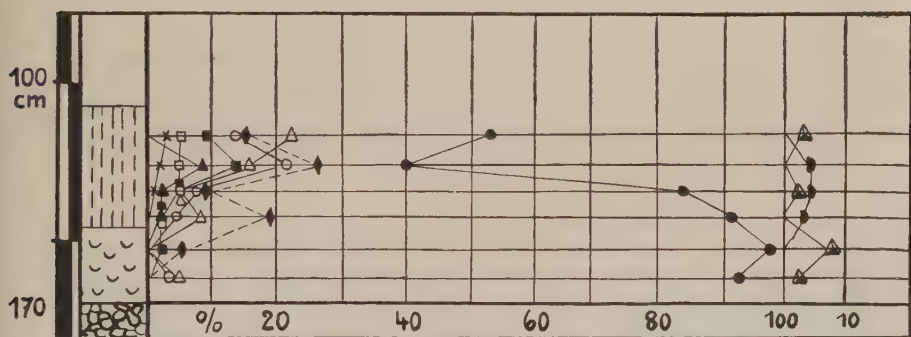


Abb. 23. Profil Nr. 2.

Abb. 23. An die 25 cm mächtige Graswurzelhumusdecke schließt sich nach unten bis 105 cm Alm an. Bis 145 cm ist eine Torflage zu beobachten, unter welcher Kalkmudde ansteht. Der Sedimentationsbeginn fällt in die Kiefernzeit. Zu Beginn der Kiefern-Haselzeit geht die muddeartige Ablagerung in Torf über, der in der Fichten-EMW-Zeit plötzlich aufhört und von Alm überdeckt wird.

Abb. 24. Die obersten 25 cm bildet anmooriger Graswurzelhumus. Bis 100 cm steht Alm an. Darauf folgt bis 140 cm Kalkmudde. Darunter liegt der Basistorf. Die Torfbildung setzt in der Kiefernzeit ein. Die Vertorfung erfolgte zunächst nur sehr langsam. Daher treten in der untersten Probe schon EMW-Pollen und Haselblütenstaub auf. Der meiste Torf stammt aber aus der EMW-Zeit selbst, der am Ende dieser Epoche von Kalkmudde abgelöst wurde. Zu Beginn der Fichten-EMW-Zeit wurde dagegen statt Kalkmudde Alm ausgefällt.

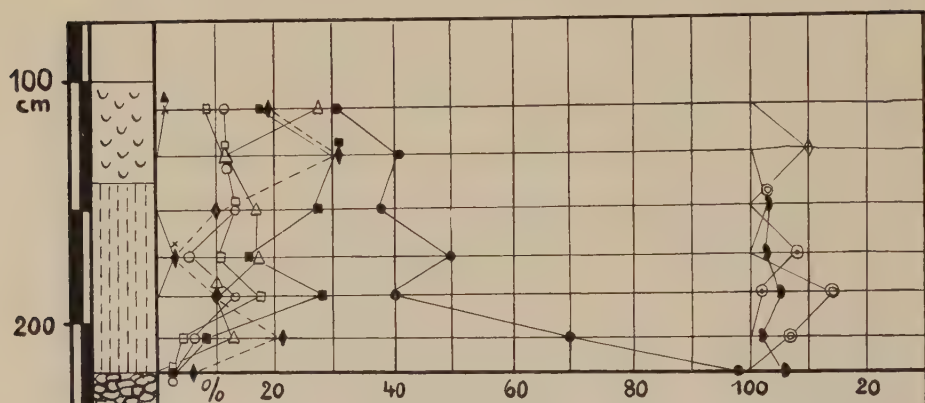


Abb. 24. Profil Nr. 41.

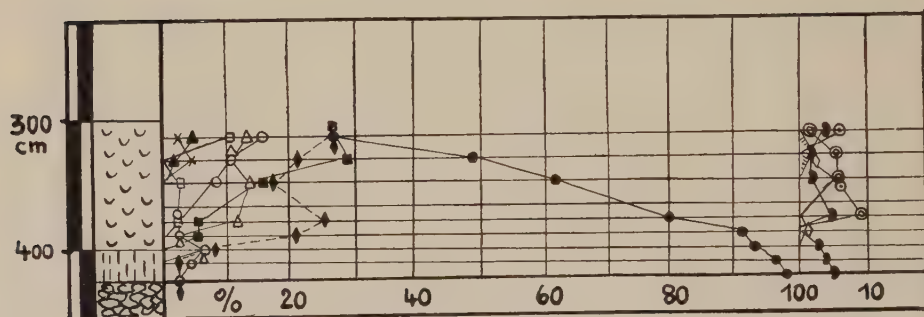


Abb. 25. Profil Nr. 47.

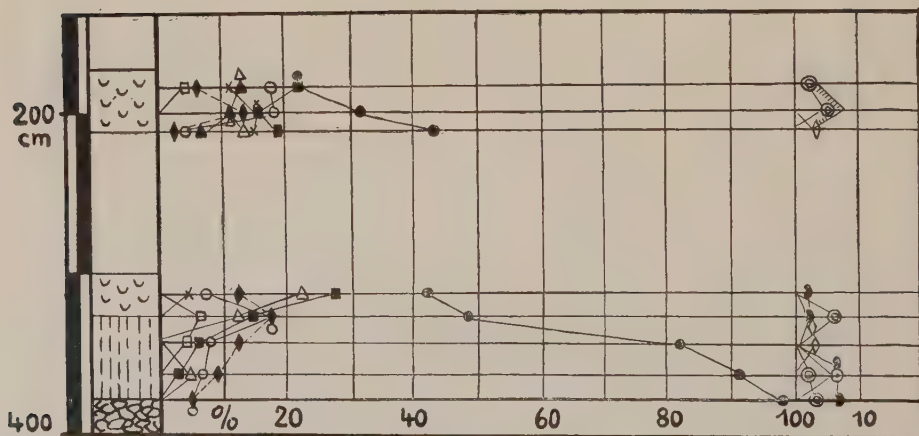


Abb. 26. Profil Nr. 49.

Abb. 25. Bis 300 cm Tiefe steht Alm an. Er enthält einige Lagen körnigen Tuffs. Darauf folgt Kalkmudde bis 400 cm. Der Basistorf reicht bis 420 cm Tiefe. Die Vertorfung nahm ihren Anfang in der Kiefernzeit, war zu Beginn der Kiefern-Haselzeit aber schon beendet. In der Kiefern-Haselzeit und der EMW-Zeit kam es nur zur Bildung von Kalkmudde, die in der späten EMW-Zeit in Alm überwechselte.

Abb. 26. Die Auflage des Profils bilden 30 cm anmooriger Graswurzelhumus. Ihm folgt bis 180 cm Tiefe Alm, abwechselnd mit körnigem Tuff. Zwischen 180 und 210 cm Tiefe liegt Kalkmudde. Darauf folgt bis zu 300 cm Tiefe wieder Alm. Bis 320 cm Tiefe beobachtet man nochmals Kalkmudde, worauf dann der Basistorf folgt. Auf Grund des Pollengehaltes begann die Torfbildung in der Kiefernzeit und endete am Beginn der EMW-Zeit. In der EMW-Zeit selbst wurde Kalkmudde gebildet, die am Ausgang derselben von Alm abgelöst wurde. In der Bu-Ta-Fi-Zeit kam es dann nochmals kurz zur Bildung von Kalkmudde.

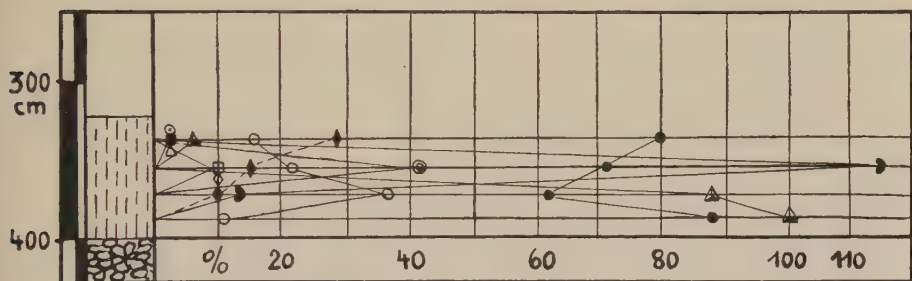


Abb. 27. Profil Nr. 52.

Abb. 27. Dem Alm, der bis zu einer Tiefe von 320 cm reicht, sind häufig Lagen mit körnigem Tuff und Moostuff beigemischt. Unter dem Alm liegt bis 400 cm Tiefe der Basistorf. Seine Bildung setzte in der Kiefernzeit ein, war aber in der Kiefern-Haselzeit bereits beendet. In den folgenden Zeitabschnitten wurde nur noch Alm ausgefällt.

Änderung der Standortsbedingungen im Laufe des Postglazials

Das Klima findet seinen Ausdruck in Vegetation und Boden. Auf die Vegetation wirken sich Klimaänderungen aber erst nach einer bestimmten Zeit aus, die nicht näher bestimmbar ist. Die postglaziale Waldfolge ist eine gute Methode, auf Grund der Holzartenzusammensetzung auf das jeweilige Klima zu schließen. „Das Vorkommen einer Art beweist, daß das Klima am fossilen Standort innerhalb der ökologischen Amplitude dieser Art lag, daß aber aus dem Fehlen oder geringerer Häufigkeit einer Art nicht absolut auf das damalige Klima geschlossen werden kann“ (FIRBAS).

Die Ausbreitung der Hasel zwingt zu dem Schluß, daß in der Kiefer-Haselzeit ein Ansteigen der Sommertemperaturen zu verzeichnen war und daß es in der EMW-Zeit noch sommerwärmer als heute gewesen sein muß. Die zunehmende Ausbreitung der Fichte und Erle in den folgenden Abschnitten spricht dafür, daß das Klima zu Beginn der mittleren Würmezeit feuchter wurde. Die Feuchtigkeitzunahme zeigt sich zunächst in der lokalen Ausbreitung der

Erle in der EMW- bzw. Fichten-EMW-Zeit. In der Fichten-EMW-Zeit verlieh die Feuchtigkeit auch der übrigen Waldvegetation ihr Gepräge. Die Pollenkurve der Fichte erreichte ihren Gipfel. Die folgende Periode wurde durch Buche und Tanne als im ganzen recht feucht und kühl angegeben. Das Klima näherte sich im weiteren Verlauf immer mehr den heutigen Bedingungen.

Neben walddeschichtlich wichtigen Klimaänderungen treten aber auch kurzfristige auf, die ohne Einfluß auf die Waldvegetation sein können. Geringe Niederschlagsänderungen, wie sie im Wechsel von feuchten und trockenen Jahresfolgen zu beobachten sind, haben z. B. bei erschwertem Wasserabfluß nicht selten Wasserspiegelschwankungen zur Folge im Zusammenhang mit entsprechenden Sedimentänderungen der Moore. Diese Fragestellung drängt sich sofort auf, wenn man nach der Ursache im Wechsel von Basistorf, Kalkmudde und Alm sucht und damit nach den Änderungen der Standortbedingungen. Das gesamte Problem gipfelt also in der Frage: Hat der Sedimentwechsel seine Ursache in großräumigen, walddeschichtlichen Klimaänderungen oder ist sie in Klimaschwankungen lokaler Art zu suchen?

Die Antwort wurde eigentlich schon im vorigen Abschnitt bei der Besprechung der Pollendiagramme der Talprofile gegeben. Die Ablagerung begann, unabhängig von der Art des Sediments, in jedem Fall in der Kiefernzeit. Der in einem Teil des Tales auftretende Basistorf entstand also schon in diesem Zeitabschnitt. Die Pollenanalyse ergab, daß die Zeit, in der es zur Vertorfung kam, von Süden nach Norden immer länger wurde. Der Sedimentwechsel von Torf zu Alm verzögerte sich nach Norden zu also immer mehr. Die Bohrung Nr. 26a beginnt mit Alm über dem Schotteruntergrund, der sich schon in der Kiefernzeit bildete. In den Bohrungen Nr. 47 und Nr. 48 liegt über dem Schotter bereits der Basistorf, der schon zu Beginn der Kiefern-Haselzeit von Alm bzw. Kalkmudde abgelöst wurde. Der Basistorf aus den Profilen Nr. 51 und Nr. 52 wurde etwas später, nämlich in der eigentlichen Kiefern-Haselzeit von Alm überdeckt. Noch weiter im Norden, im Profil Nr. 43 erfolgte der Wechsel erst zu Beginn der Fichten-EMW-Zeit, in Profil Nr. 2 in der eigentlichen Fichten-EMW-Zeit.

Im Süden vollzog sich dieser Wechsel also schon in einer Zeit, in der die Sommer- und Wintertemperaturen anzusteigen begannen, eine Zunahme der Feuchtigkeit aber noch nicht zu bemerken war. Im Norden fiel der Übergang von Torf zu Alm in einem Zeitabschnitt, der durch eine allgemeine Feuchtigkeitzzunahme ausgezeichnet war. Berücksichtigt man, daß das Einzugsgebiet des Tales höher liegt als das Tal und dessen unmittelbare Umgebung, so ist die verstärkte Wasserzufuhr in Teilen des Gebietes schon in der Kiefernzeit verständlich. Denn nur als Folge einer reichlichen Wasserzufuhr ist die plötzlich einsetzende Almbildung aufzufassen. Genau wie heute, wird auch diese Zeit Niederschlagsunterschiede der verschiedenen Höhenlagen gekannt haben.

Den Ablauf vom Beginn der Ablagerung bis zum Wechsel wird man

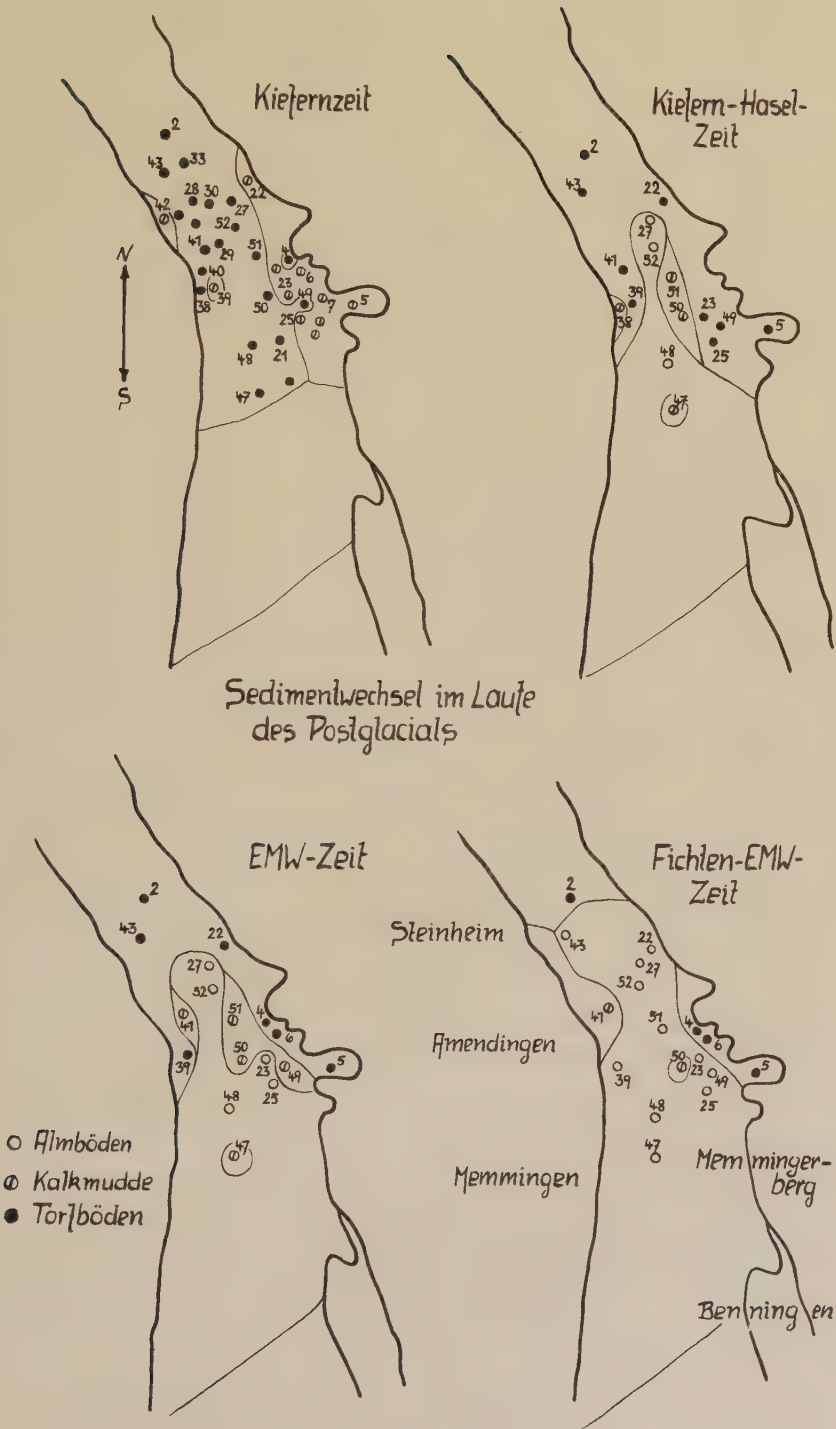
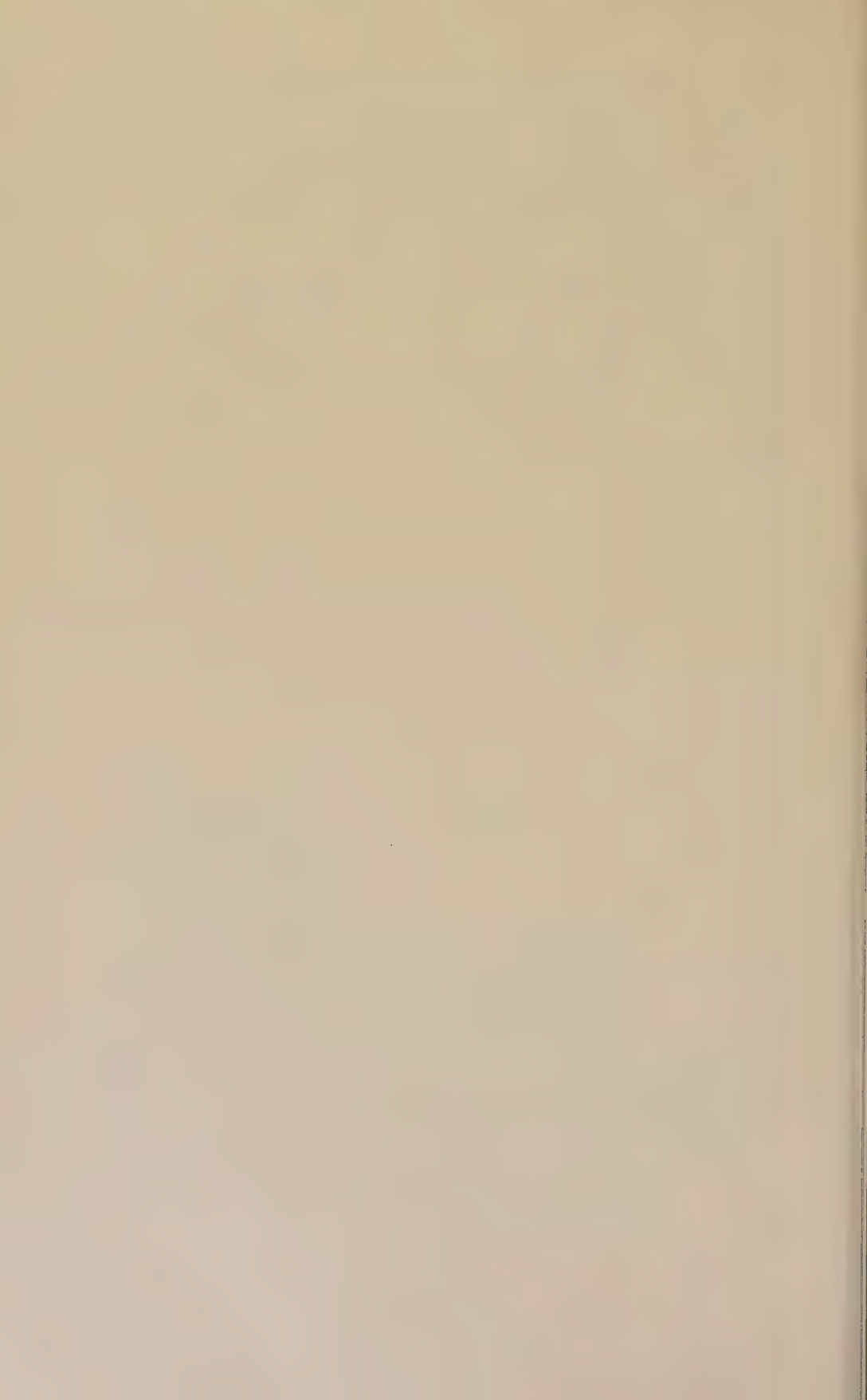


Abb. 28.



sich etwa so vorzustellen haben: In der Kiefernzeit herrschten im südlichen Teil des Tales etwa gleichartige Bedingungen. Alm, z. T. mit Tuff vermengt, war der bestimmende Bodentyp. Die austretenden Quellen versorgten das Gelände reichlich mit Wasser — eine Annahme, welche auf Grund des Almvorkommens Gültigkeit zu haben scheint. Die Luftversorgung des Bodens wird demnach nur durch den im Wasser gelösten Sauerstoff gewährleistet gewesen sein. Den pH -Wert darf man ohne weiteres als sehr hoch annehmen. Andere Standortverhältnisse traf man im nördlichen Talgelände. Hier setzte die Vermoorung mit Torfbildung ein. Bei der Besprechung der Sedimente wurde schon erwähnt, daß in diesem Teil abgeänderte Bedingungen gegenüber dem ursprünglichen Kalkfällungsgebiet geherrscht haben müssen. Der Wassergehalt der Böden war sicherlich hoch, die Durchlüftung entsprechend schlechter. Genaue Angaben über pH -Werte können nicht gemacht werden, sicher aber lagen sie nicht in der gleichen Größenordnung wie im Almgebiet. Am Ostrand befanden sich in jener Zeit Standorte, die eine Art Mittelstellung einnahmen. Das von den Tertiärhängen ins Tal gelangende Wasser war offenbar nicht kalkreich genug, um eine reine Almfällung einzuleiten. Andererseits war sein Kalkgehalt aber doch so hoch, daß Torfbildung ausblieb. Außerdem herrschte an diesen Standorten eine gewisse Wasserzügigkeit. Der Ostrand gab sein Wasser an die tiefer gelegene Talmulde weiter. Dorthin gelangte auch das durch Kalkfällung kalkärmer gewordenen Wasser des Südens. In der Kiefernzeit traf man also drei Bodentypen im Tal an.

Die nächste Periode, die Kiefern-Haselzeit, brachte einen Wassernachschub aus dem Süden. Das tiefer gelegene Gelände des Nordteiles, das bisher nur vertorft war, wurde von Wasser überspült. Die Kalkfällung setzte ein. Die Standorte am Ostrand vertorften dagegen. Vermutlich reichte der Kalkgehalt und die Wassermenge nicht aus, um die Kalkfällung aufrecht zu erhalten und sich dem Anfall organischer Reste gegenüber durchzusetzen. In dieser Zeit besaß das Untersuchungsgebiet noch keine deutlich wahrnehmbare Zunahme der Niederschläge. Den Quellen an den Osthängen des Tales standen noch keine größeren Wasservorräte zur Verfügung. Das in der Talmitte sich dennoch mehrende Wasser stammte aus dem Einzugsgebiet südlich des Tales. Die Verteilung der Bodentypen erfuhr dadurch eine Umgestaltung. Gleich einer Zunge drang der Alm nach Norden vor, flankiert von Kalkmulde und Torfböden.

In der EMW-Zeit wurden wieder größere Teile des Ostrandes überflutet. Zunächst reichte es nur für eine Bildung von Kalkmulde. Die im Osten und Westen den Alm begleitenden Torfstandorte wurden eingeeengt. Der Alm drang weiter nach Norden vor. In der Fichten-EMW-Zeit beherrschten Alm und Kalkmulde den größten Teil der Standorte. Nur der Norden und ein kleiner Streifen im Osten des Tales wiesen noch Torfböden auf, die aber in der folgenden Periode bis auf den Ostrand reduziert wurden (vgl. Abb. 28).

Ein Gesamtüberblick ergibt, daß die Ursache der großflächigen Stand-

ortsänderungen in Klimaänderungen zu suchen ist. Die Nachlieferung des zur Kalkfällung benötigten Wassers, zunächst nur als Unterschied der Niederschlagsmenge zwischen Einzugsgebiet und Tal zu verstehen, ist in den jüngeren Zeitabschnitten aus den großklimatischen Änderungen abzuleiten. Das Zusammenwirken von Muldenlage und Wasser war eine weitere Notwendigkeit. Je tiefer die Flächen der Mulde lagen, um so früher konnten sie unter Wasser gesetzt werden. Eine ähnliche Verzögerung im Sedimentwechsel, wie von Süden nach Norden, ergab sich auch von der Talmitte zum Talrand. Die beigefügten Standortskarten aus den einzelnen Perioden geben hierzu einen Überblick.

Im Rahmen einer Arbeit über postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa haben GAMS und NORDHAGEN auch das Memminger Tal kursorisch behandelt. Ihre Ansicht bezüglich der Zeit der Almentstehung weicht von den von mir gefundenen Ergebnissen so stark ab, daß ich es notwendig finde die Unterschiede näher zu diskutieren.

Die beiden Autoren geben ein Profil an: „Über dem Niederterrassenschotter liegt zunächst eine ganz dünne Almschicht und darüber eine 60 cm mächtige braune Lettenschicht, die ganz erfüllt ist von Torfschmitzen und stark gepreßten und humifizierten Holz- und Wurzelresten. Darüber liegt eine 280 cm mächtige Almschicht. 80 cm über dem Letten ist ein Horizont aus Cladium- und Carextuff ausgebildet.“ GAMS und NORDHAGEN zogen einzig und allein gestützt auf dieses eine Profil ihre Schlüsse. Dabei zeigen aber meine vorherigen Ausführungen, daß die Profilgestaltung ganz davon abhing, in welchen Teil des Tales es zur Sedimentation kam. Es wird also wichtig sein wo das Profil gewonnen wurde. Nach ihren Angaben käme es etwa an die Südspitze der 4-m-Tiefenlinie meiner Sedimentkarte zu liegen. Es befindet sich also in unmittelbarer Nähe des von mir untersuchten Aufschlusses Nr. 26 a. Demnach lassen sich die Schichten beider Profile zeitlich gleichsetzen. Auch das Profil Nr. 26 a beginnt mit Alm. Die darüber liegende Schicht mit den Holzresten, die nach Pollenfunden der angehenden Kiefern-Haselzeit angehört, kann ohne weiteres der von GAMS und NORDHAGEN beschriebenen braunen „Lettenschicht“ zugeordnet werden. Die „Lettenschicht“ wird wahrscheinlich einer Kalkmudde entsprechen. Dem ausgefällten Kalk waren sicherlich sehr viele organischen Reste beigemischt, so daß er braun und schmierig-lettig wirkte. Die gleiche Beobachtung wurde von mir an Kalkmudden aus anderen Memminger Profilen auch gemacht. Ich glaube nicht, daß, wie GAMS und NORDHAGEN anführen, sich diese Schicht bis ins Subboreal hinein bildeten und erst dann die Almbildung einsetzte. Günstigstenfalls könnte sich in diesem Teil des Tales bis in die Kiefern-Haselzeit eine Vegetation gehalten haben, die Kalkmuddebildung begünstigte. Spätestens in diesem Zeitabschnitt muß die Kalkfällung als Alm an diesem Standort eingesetzt haben. Damit wäre der geringe Zeitraum von 300—500 Jahren, den GAMS und NORDHAGEN für die Ablagerung des Memminger Alms errechneten, hinfällig.

GAMS und NORDHAGEN erwähnen auch einen durch den Konservator MIEDEL gemachten Skelettfund. Den Beigaben zufolge gehörte das Skelett der Latène-Zeit an, also der späten vorrömischen Eisenzeit. Das Skelett wurde in 1 m Tiefe gefunden, die darüber liegende Almschicht sei natürlich gelagert gewesen. Der Fundort liegt am westlichen Talrand innerhalb der 1—2-m-Tiefenschichtlinie der Sedimentkarte im heutigen Stadtgebiet. Der Fund beweist allerdings nur, falls die darüber liegende Almschicht tatsächlich noch natürlich gelagert war, daß in dieser Zeit, damals erfolgte die Umwandlung der Fichten-Eichen-Mischwälder in buchenreiche Mischwälder, selbst in Talrandnähe noch Almbildung vor sich ging.

Der fossile Standort und seine Vegetation

Mit der Änderung der Standortbedingungen war eine Änderung der Vegetation verbunden. Es ist nicht möglich, nicht einmal mit Hilfe der Großreste, bestimmte Pflanzengesellschaften genau festzulegen. Im Vergleich zur Behandlung rezenter Pflanzengesellschaften können nur grobe Angaben gemacht werden. Bei der Ermittlung der Vegetationstypen spielen aber nicht nur Pollenanalyse und Bestimmung der Großreste eine Rolle, es muß auch immer wieder der Bodentyp zur Rekonstruktion mit herangezogen werden.

Im Almgebiet versagt die Methodik der Großrestebestimmung und der Pollenanalyse völlig. Einzig auf Grund der Bodenbildung kann auf die ehemalige Vegetation geschlossen werden. Die Rekonstruktion wird aber etwas erleichtert, da das Benninger Ried als rezenter Vergleich zur Hand ist. Bei der Besprechung der Sedimente wurde schon vermerkt, daß die rezente und fossile Almbildung auf die gleiche Ursache zurückzuführen sei, nämlich auf das Wirken von Blaualgen. Man kann daher auch annehmen, daß der fossile Almstandort zumindest eine ähnliche Vegetation wie das Benninger Ried getragen haben muß. Nimmt man also an, daß auch am fossilen Standort *Schoenus* wuchs, so war der Abstand der älteren „Hoppen“ sicher sehr groß, oder aber es wuchsen immer wieder Jungpflanzen heran, die schon sehr früh vom „wachsenden“ Alm bedrängt wurden. Für die Almbildung sind offene Wasserflächen wichtig. Ähnliches ist ja noch heute in der 1. Ausbildungsform des Schoenetum nigricantis im Benninger Ried zu beobachten. In diesem Zusammenhang erscheint es gar nicht unwichtig, auch auf die Menge der Bodenbildung pro Zeiteinheit einzugehen. Die Besiedlung durch Pflanzen und die Almbildung setzte, sowohl im Benninger Ried als auch im Hauptalmgebiet des Tales, in der Kiefernzeit ein. Trotzdem weisen beide Teile erhebliche Unterschiede bezüglich der Almmächtigkeit auf. Das Benninger Ried liegt am Rande der Talmulde, so daß es schon auf Grund der Lage unmöglich ist, daß sich größere Mengen Alm ablagern könnten. Die das Gebiet entwässernden Bäche transportieren immer einen Teil davon weg. Die Almablagerung ist also einerseits von der Muldenlage, andererseits von der Geschwindigkeit der Kalkfällung abhängig; und damit in unmittelbarem Zusammenhang steht, um wieder auf die Vegetation

zurückzukommen, die Besiedlungsdichte der Pflanzen. Je rascher die Almbildung erfolgt, um so größer wird die Zahl derjenigen Pflanzen sein, die mit dem „Bodenwachstum“ nicht Schritt halten können und damit immer wieder neue Lücken in der Vegetationsdecke entstehen lassen. Die nähere Zusammensetzung dieser Pflanzengesellschaften kann nur aus dem Vergleich rezenten Bestände des Benninger Riedes vermutet werden.

Neben den schoenusähnlichen Gesellschaften waren in dieser Zeit noch ausgedehnte Moosbestände verbreitet, die zu besagten Moostuffen führten. Meiner Ansicht nach kann man die damalige Vegetation der heutigen an den Quellen innerhalb des Schoenetum nigricantis gleichsetzen. Im wesentlichen werden es Arten aus den Gattungen *Cratoneuron*, *Drepanocladus*, *Catoscopium* und *Riccardia* gewesen sein.

Der teilweise in den Profilen zu findende „Stengeltuff“ läßt noch gut den Cyperaceencharakter, die dreikantigen Blattscheiden, an den verkalkten Pflanzenteilen erkennen. Den Standortbedingungen nach kann es sich eigentlich nur um *Cladium Mariscus* gehandelt haben. Vermutlich bildete *Cladium*, wie noch heute im Benninger Ried, auch schon damals im Gebiet verstreute Bestände. Dieser „Stengeltuff“ fand sich zu Beginn der Sedimentationszeit nur in einem einzigen Profil (Nr. 26 b). Soweit er noch in anderen Profilen auftritt (Nr. 20 und Nr. 24) gehört er jüngeren Lagen an. Die beiden Profile Nr. 26 a und 26 b wurden einem Aufschluß entnommen (Nr. 26). Obwohl beide Profile direkt nebeneinander liegen, begann in Nr. 26 b die Ablagerung mit „Stengeltuff“, in 26 a mit Alm, in dem Holzreste erhalten geblieben sind. Das Holz stammt von Weiden aus der Kiefernzeit. Es besteht Grund zu der Annahme, daß wenigstens in der Kiefernzeit Weiden der übrigen Vegetation eingestreut waren. Vergleiche hierzu das ähnliche rezente Vorkommen im Benninger Ried. Der Wechsel zwischen Alm und Tuff läßt vermuten, daß sich in diesem Teil des Tales im Laufe des Postglazials eine Anzahl von Pflanzengesellschaften, deren Zusammensetzung nicht näher bekannt ist, abwechselnd gegenseitig ersetzten.

Neben Moostuff und Stengeltuff werden in den Profilen häufig Schichten beobachtet, deren Material eine Zwischenstellung zwischen Alm und Tuff einnimmt. Ich habe dafür die Bezeichnung „körniger Tuff“ geprägt. Die Kalkkörner, meist mit einem Durchmesser von einigen Millimetern, verdanken vermutlich auch *Oocardium* ihre Entstehung. Dieser „körnige Tuff“ bildete sich wahrscheinlich in kleinen, das Gelände entwässernden Rinnsalen, die von Zeit zu Zeit ihren Lauf verlegten. Ähnliches kann man auch noch im Renninger Ried beobachten.

Die gegenüber dem Almgebiet abgeänderten Standortbedingungen des Nordteiles und die davon abhängende Bodenart begünstigten eine andere Zusammensetzung der Vegetation. Es muß aber betont werden, daß die Bodenart „Torf“ nicht einheitlich war, sondern ihrerseits in verschiedenen Ausbildungen vorlag, also auch die Vegetationstypen verschieden gewesen sein können.

Günstig erscheint es mir, die einzelnen Torftypen erst näher zu beschreiben, um dann auf die vermutliche Vegetation einzugehen.

Die verbreitetste Torfart entstand aus Cyperaceen- und Gramineenresten, die z. T. noch in größeren Mengen vorliegen, aber leider nicht näher bestimmbar sind. Vereinzelt werden Juncussamen gefunden. Als Pflanzenbestände kämen Groß- und Kleinseggengesellschaften oder damit verwandte Gesellschaften in Frage. In zwei Profilen treten Lagen mit Moostorf auf (Profil Nr. 39 und 41), der hauptsächlich von Drepanocladus und Scirpidium gebildet wurde. Cyperaceen- und Gramineenreste sind hier nur spärlich vorhanden. Manche Lagen bildet ein stark humifizierter Torf, der dem rezenten Anmoorboden zu vergleichen ist. In ihm sind fast gar keine organischen Reste mehr auffindbar. Die Vermutung liegt nahe, daß sich auf diesen Standorten früher eine ähnliche Vegetation ausbreitete wie auf den natürlich entstandenen Anmoorböden des Benninger Riedes.

Die verschiedenen Torfarten, deren Aufeinanderfolge und davon abzuleitend die Vegetation, weisen eine Gesetzmäßigkeit auf, die mittelbar in Zusammenhang mit der Klimaänderung und der damit verbundenen Feuchtigkeitszunahme steht. Man kann von einer Sukzession von Boden und Vegetation sprechen. Die Vertorfung in der Talmulde (Profil Nr. 47, 48, 51, 52) begann mit einem Torf, der zeigt, daß die Vegetation noch innerhalb des Grundwasserbereiches lag. Die Zersetzung der organischen Reste konnte nicht vollständig vor sich gehen, da infolge des hohen Wasserstandes der nötige Sauerstoff fehlte. Der Oberboden hob sich mit der Zeit über den Grundwasserspiegel, und der Verlandungstorf wurde zu Anmoor. Diese Standorte müssen für diesen Zeitabschnitt als wechselfeucht angenommen werden, wenn man sie den ähnlichen Bildungen im Benninger Ried gleichzusetzen beabsichtigt. Die Sukzession vollzog sich an den Standorten, die durch die oben genannten Bohrungen erfaßt wurden, etwa vom Beginn der Kiefern-Haselzeit bis zu deren Höhepunkt. Beachtenswert in den Profilen ist, daß unmittelbar auf dem Anmoortorf der Alm liegt. Der einsetzende Wasserschub muß so kräftig gewesen sein, daß es nicht zur Bildung einer Übergangsvegetation kommen konnte. Möglicherweise trat diese aber nur kurz auf, ohne bodenbildend zu wirken. An den Talrändern kam es dagegen zu einer gleitenden Sukzession der Bodenarten und der Vegetation. Als Beispiel hierfür sei das Profil Nr. 41 herausgegriffen. Die Ablagerung setzte mit einem anmoorartigen Torf ein. Der Standort war also wechselfeucht. Nur geringe unzersetzte Pflanzenreste blieben erhalten. Die Humifizierung, begünstigt durch die bessere Durchlüftung, schritt rasch fort. In der EMW-Zeit machte sich die zunehmende Wasserzufuhr bemerkbar. Moose, hauptsächlich Drepanocladus und Scirpidium, übernahmen die Führung und Torfbildung. Am Ausgang der EMW-Zeit bildete Verlandungstorf neue Lagen, die in der Fichten-EMW-Zeit von Alm überdeckt wurden. Vermutlich liegt nur die umgekehrte Reihenfolge der Sukzession Großseggenbestand — moosreicher Kleinseggenbestand — moliniareicher Bestand vor. In der Kalkmulde wurden,

neben nicht näher bestimmbar Cyperaceenresten, auch Holzreste gefunden. Sie konnten lediglich als Laubholzreste identifiziert werden. Den damaligen Standortsbedingungen zufolge sind es wahrscheinlich Weidenreste. Eine ähnliche Sukzession ist auch aus dem Profil Nr. 43 abzulesen. Die untersten Torflagen aus der Kiefernzeit weisen noch sehr viel unzersetztes Material aus Cyperaceen- und Gramineenresten auf. Hoher Wasserstand behinderte vermutlich eine zu rasche Humifizierung. Zu Beginn der Fichten-EMW-Zeit ging diese Torfart in reinen Cyperaceenblatt-Torf über. Die Sukzession wird auch hier von Arten, die wechselfeuchte Standorte lieben, zu Cyperaceenbeständen gegangen sein, die dann, bedingt durch die plötzlich einsetzende Kalkfällung, einer diesem Bodentyp entsprechenden Pflanzengesellschaft gewichen sind.

Aus dem Vorkommen von verschiedenen Nichtbaumpollen und Sporen in den Profilen läßt sich noch Zusätzliches über die Vegetation aussagen. Es scheint allerdings so, als ob sich die NBP weniger gut erhalten haben als die Baumpollen, da sie in manchen Profilen, wenigstens aber in manchen ihrer Schichten, fast völlig fehlen. An NBP ließen sich nachweisen: Gramineen-, Cyperaceen-, Equisetum-, Compositenpollen. Diese sind wohl ausnahmslos Pollen von *Crepis paludosa*. Hinzu kommen noch Farnsporen, die der Form nach *Dryopteris austriaca*, weniger häufig *Dryopteris thelypteris* zugeordnet werden müssen. Für die Torfböden als Farnstandorte sprechen außerdem Funde von ganzen Sporangien in den Profilen Nr. 43 und Nr. 5. Nicht unbedeutend dürften Sphagna zeitweise am Aufbau der Vegetationsdecke beteiligt gewesen sein. Nicht zu übersehen sind nämlich die hohen Sporenwerte aus der Kiefernzeit im Profil Nr. 52. Sphagnumsporen fanden sich außerdem in häufiger oder geringerer Zahl in den Profilen Nr. 2, 22, 26, 43.

Das frühe Auftreten der Fichtenpollen in einigen Diagrammen (Nr. 2, 23, 25, 26 a, 41, 47, 49, 50) verleitet zu der Annahme, daß die Fichte sich schon früh auf den Moorböden ansiedelte. Sicher aber wird sie in der Kiefern-Haselzeit und der EMW-Zeit nicht nur auf den an das Tal angrenzenden Standorten zu finden gewesen sein. Hohe Werte in der Kiefern-Haselzeit (Profil Nr. 2, 41, 50, 51) und der EMW-Zeit (Profil Nr. 2, 39, 41, 43, 47, 49, 50, 51) deuten darauf. Die gleiche Annahme muß auch für die Kiefer gemacht werden. Mit Hilfe der Pollenanalyse kann auf ihr Vorkommen auf den Moorböden des Tales erst seit der EMW-Zeit geschlossen werden, da in den früheren Perioden die Pollenproduktion der an das Tal angrenzenden Kiefernbestände von der der Talstandorte nicht zu trennen ist. Jedoch liegen in der EMW-Zeit und den nachfolgenden Perioden, soweit pollenanalytisch auf Grund der Sedimente erfaßbar, die Kiefernwerte so hoch, daß ein Vorkommen der Kiefer im Tal, wenn auch jetzt nur noch als Rückzugsstandort, wahrscheinlich wird. In einigen Profilen (Nr. 22, 23, 39, 43, 51) wurden Coniferenstomata gefunden. Sie sprechen ebenfalls, in den Profilen Nr. 43 und 51 aus der Kiefernzeit stammend, für das Vorkommen von Fichte bzw. Kiefer auf den Torfböden des Tales.

Außer Kiefer, Fichte und Weide kommt für das Tal noch die Erle als

auffälligste Holzart in Frage. Die hohen Erlenwerte in Diagramm Nr. 5, die einzigen auffallend hohen Werte aus sämtlichen Memminger Diagrammen, weisen immerhin auf einen lokalen Erlenstandort am Ostrand des Tales hin. Diese Tatsache wurde früher schon einmal erwähnt. Ein Teil des Ostrandes blieb im Laufe des Postglazials dauernd als Erlenstandort erhalten. Ergänzend zu Profil Nr. 5 wurde das Profil Nr. 6 nicht pollenanalytisch, sondern auf Erlenreste hin untersucht. Dabei ergab es sich, daß fast in allen Lagen Erlenreste zu finden waren. Selbst in geschichtlicher Zeit stockte dort noch Erle. Unmittelbar unter der Kulturschicht liegen die jüngsten, z. T. noch gut erhaltenen Erlenstöcke. Auch im Profil Nr. 27 wurden kleinere Holzreste entdeckt. Sie konnten als Laubholzreste bestimmt werden. Möglicherweise liegen auch hierbei Erlenreste vor, obwohl das Fehlen von Erlenpollen dagegen spricht. Mindestens von lokalem Wert war im Tal die Birke. Sie wird, wenigstens zeitweise, an der Holzartenzusammensetzung auf den Torfstandorten beteiligt gewesen sein. Im Profil Nr. 52 vermindern zu Beginn der Kiefern-Haselzeit hohe Birkenpollenwerte die Kiefernpollenwerte.

Faßt man die aus den Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse zusammen, so erhält man für den Ablauf des Postglazials etwa folgendes Vegetationsbild: In der Kiefernzeit wurde die südliche Talhälfte in der Hauptsache von Schoenusbeständen unbekannter näherer Zusammensetzung eingenommen. Dazwischen breiteten sich, wenn auch noch nicht so häufig, moosreiche Pflanzengesellschaften aus, die zur Vertuffung neigten. Außerdem würde man damals auch Cladiumbestände angetroffen haben. Wenigstens vereinzelt traten auch Weidenbüsche auf. Der Nordteil wurde wahrscheinlich von Groß- und Kleinschilfbeständen und von moliniareichen Beständen besiedelt. Letztere dürfte auch schon Standorte für Fichte, Kiefer und vielleicht auch Erle gewesen sein. Der Ostrand, damals hauptsächlich durch Kalkmuddeböden ausgezeichnet, wird wohl den Verlandungsgesellschaften ähnliche Bestände getragen haben. Die Großreste, hauptsächlich breite Blattstücke, niemals etwa Stengelstücke mit Knoten, deuten auf Cyperaceenbestände. Equisetumrhizone weisen außerdem auf eine Beimengung mit einer Art dieser Gattung hin.

Im weiteren Verlauf des Postglazials drangen die Schoenusbestände zungenförmig nach Norden vor, z. T. begleitet von Großschilfbeständen ähnlich den aus der Kiefernzeit vom Ostrand des Tales beschriebenen. Die Pflanzengesellschaften des Ostrandes — mit Ausnahme eben der unmittelbar an die Almböden grenzenden — waren umgewandelt worden. In dieser Zeit stockten dort bereits Erlen, was durch Pollenproduktion (Profil Nr. 5) und Erlenreste unterstrichen wird.

In der EMW-Zeit breiteten sich die Schoenusbestände, ebenso die Großschilfbestände auf Kosten der Vegetation der Torfstandorte noch mehr aus. Die Erlengehölze waren in dieser Zeit auf einen schmalen Streifen im Osten beschränkt. Aber auch auf den Torfböden mußte sich eine stark feuchtheitsliebende Vegetation eingestellt haben. Die häufigen Cyperaceenreste spre-

chen mehr für „feuchte“ als für „wechselfeuchte“ Standorte. Kiefer und Fichte werden durchaus auf den Talböden zu finden gewesen sein.

Die Fichten-EMW-Zeit brachte eine so große Ausdehnung der Schoenusbestände, daß diese fast im ganzen Tal vorherrschen. Nur die Erlenstandorte waren erhalten geblieben und im nördlichen Teil noch Böden mit einer Vegetation wechselfeuchter Standorte. Fichte und Kiefer werden in der Hauptsache nur noch dort gestockt haben.

In den folgenden Zeitabschnitten herrschte der „Riedcharakter“ im Tal absolut vor. Das Vegetationsbild vor der Kultivierung hätte sich etwa mit dem des Benninger Riedes vergleichen lassen.

Besiedlung und Kultivierung des Memminger Tales

Das Ende der Sedimentation läßt sich im Memminger Tal nicht festlegen. Sicher ist nur, daß sich dieser Prozeß in den dafür geeigneten Pflanzengesellschaften so lange vollzog, wie sie noch ihren natürlichen Standort besaßen. Die Kalkfällung, aber auch die Torfbildung, nahm von Gebiet zu Gebiet in dem Maße ab, wie die Kultivierung der Flächen fortschritt. Genau genommen ist dieser Vorgang, wenn auch nur noch lokal auf das Benninger Ried beschränkt, immer noch nicht abgeschlossen.

In der Stein- und Bronzezeit lassen sich in der Memminger Umgebung noch keine Siedlungsräume bestimmen. Man kann nur vermuten, daß damals das Gebiet Durchzugsland für Jägergruppen war. Erst in der Hallstattzeit treten Spuren menschlicher Besiedlung auf. Es sind dies Grabhügelgruppen an der Iller, allerdings wurden die dazugehörigen Siedlungen immer noch nicht entdeckt. In der Latène-Zeit bestehen im Allgäu schon größere keltische Siedlungen, ohne daß die Memminger Gegend davon berührt worden wäre. Zumindest ist nichts Näheres darüber bekannt. Aus der römisch-keltischen Epoche wissen wir über das Gebiet auch noch sehr wenig, außer daß man die frühe Existenz zweier Handelsstraßen nachzuweisen versucht hat und streckenweise auch nachweisen konnte, die sich in der Gegend von Memmingen gekreuzt haben sollen. Die in der ersten Hälfte des ersten Jahrtausends immer wieder vordringenden Alemannen ließen von der keltisch-römischen Siedlungstätigkeit nicht viel übrig.

Die Alemannen begannen allgemein unter Vermeidung römischer Siedlungsräume auf jungfräulichem Boden zu siedeln. Daraus läßt sich schließen, daß auch die Memminger Umgebung in der Römerzeit ihre Ursprünglichkeit bewahrte. Etwa um 450 n. Chr. begann die große Einwanderung der Schwaben. Um 500 n. Chr. gehörte das Gelände schon dem schwäbischen Volksstamm. Auch der spätere Übergang der Oberherrschaft an die Franken änderte nichts daran. Da die Ingen-Orte als Ortsnamengattung gerade die Einzugswege der Schwaben begleiteten, dürfen wir Memmingen als eine am weitesten südlich gelegene Ursiedlung im Illerraum ansehen.

Aus der Frühzeit der Dreifelderwirtschaft (8. Jh.?) stammen die drei „Esche“ (Unter-, Ober-, Mittlesch) im Westen der Siedlung. Daß sie im We-

sten liegen zeigt, daß man der Güte des Bodens nachging und daß zur Zeit der Niederlassung die Ostseite — das Tal — für den Anbau noch gänzlich untauglich war. Demnach haben wir den Kern der Siedlung westlich der Ach in dem Teil der heutigen Stadt zu suchen, der auf der ansteigenden Hochterrasse liegt. Um die heutige Martinskirche herum wird er vermutet. Etwa um 1000 n. Chr. wurde ein eigener Marktplatz geschaffen, und damit begann die Erschließung des Siedlungsraumes östlich der Ach. Bereits um 1200 wurde die neue Siedlung zusammen mit der Ursiedlung von einer Mauer umgeben. In das 12. Jh. fiel auch die Gründung des Schottenklosters weit vor den Toren der damaligen Siedlung mitten im Sumpfgelände. Sicherlich früher als durch die Stadt erfolgte von diesem Kloster aus die Kultivierung größerer Sumpfflächen. So wurde z. B. das „Schottenbrühl“ 1323 von der Stadt abgekauft, mußte also schon früher urbar gemacht worden sein. „Brühl“ diente als Bezeichnung für Weideflächen, die zu bestimmten Jahreszeiten unter Wasser gesetzt wurden. Im 13. Jh. wurde dann das inzwischen nach Osten vorgeschobene „Kalchviertel“ der Stadt einverleibt. Im 14. Jh. geschah das gleiche mit dem „Wegbachviertel“ und dem Viertel um das Kloster St. Elisabeth, die vorher selbständige Sprengel waren. Die Frauenkirche im Wegbachviertel wird in den Chroniken für 1258, das Kloster St. Elisabeth für 1253 erwähnt.

Die Kultivierung des übrigen Sumpfgeländes bis zur damaligen Stadtgrenze im Osten wurde dann im 15. und 16. Jh., vor allem aber im 17. und 18. Jh. fortgeführt. Für das 15. Jh. werden die „Untere Bleiche“ und der Bau der Schießstatt erwähnt. Im 17. Jh. ist der „Pfaffenwinkel“ unter Kultur. In diese Zeit dürfte auch die Kultivierung eines Großteils des „Unteren Riedes“ gefallen sein. Nähere Angaben fand ich allerdings nicht. Lediglich das „Schloß Grünenfurt“ wird schon im 15. Jh. erwähnt. Der „Vogelbrunnen“ im „Unteren Ried“ wurde erst 1764 entwässert. Alte Karten aus dem 17. Jh. enthalten die ersten Felder im Tal eingezeichnet. Man nannte sie „Kalcherfelder“; sie entstanden aus dem Abraum alter Almgruben („Kalchgruben“). Sie dürften aber noch älter sein, da das im 13. Jh. eingemeindete „Kalchviertel“ nach diesen Gruben seinen Namen erhielt.

Die Hauptarbeit der Entwässerung und Urbarmachung wurde jedoch im 18. Jh. geleistet. Aus dieser Zeit wird der „Lange Brühl“ erwähnt und im „Hoppenried“ stammt der 9. Kulturplatz nachweislich aus dieser Epoche. Der Beginn des 19. Jhs. zeigte schon einen erheblichen Rückgang der Sumpfflächen. Für das „Obere Ried“ wurde 1805 ein Plan für eine groß angelegte Entwässerung vorgeschlagen und auch durchgeführt. Der „Obere Brühl“ trug damals neben Weideflächen auch schon Äcker. In Karten aus dieser Zeit sind im „Hoppenried“ kleine Fichtengruppen eingezeichnet — wahrscheinlich waren es aber kleine Kieferngehölze, wie sie vor 10 Jahren noch zu beobachten waren — und im Osten gegen die Benninger Gemeindegrenze zu ein ausgedehntes Weidengebüsch. Das Weidengebüsch erschien schon auf Karten aus dem 17. Jh. Auf einer Karte von 1680 ist an der Grenze der südlichen Vermoo-

rung in der Nähe von Benningen sogar ein Eichenwäldchen eingezeichnet („Benninger Aichwäldlein“).

Im 19. Jh. wurden in unmittelbarer Nähe der Stadt ausgedehnte Hopfgärten angelegt. Das „Pulverried“ und das Gelände um den ehemaligen „Frankenbrühl“ zeigten noch Versumpfung. Fast unberührtes Riedgelände lag noch im Benninger Ried vor — damals das gesamte Riedgelände innerhalb der Benninger Gemarkung — und im „Berger Ried“. Die Entwässerung des „Berger Riedes“ begann erst 1929. Ebenso wurde im Renninger Riedgelände die Hauptentwässerungsarbeit in den letzten 30 Jahren geleistet. Das heutige „Benninger Ried“ blieb als spärlicher Rest übrig.

Hand in Hand mit der Kultivierung und Besiedlung des Memminger Tales ging auch die Umwandlung der an das Tal angrenzenden Waldgesellschaften. Nicht alle Etappen der Waldrodung und Waldumgestaltung sollen aufgezeigt werden. Ein kurzer Überblick der Waldtypen vor der mittelalterlichen Rodungsperiode — im Untersuchungsgebiet vor der Hauptbesiedlungszeit durch die Alemannen — im Vergleich mit dem heutigen Waldbild soll genügen.

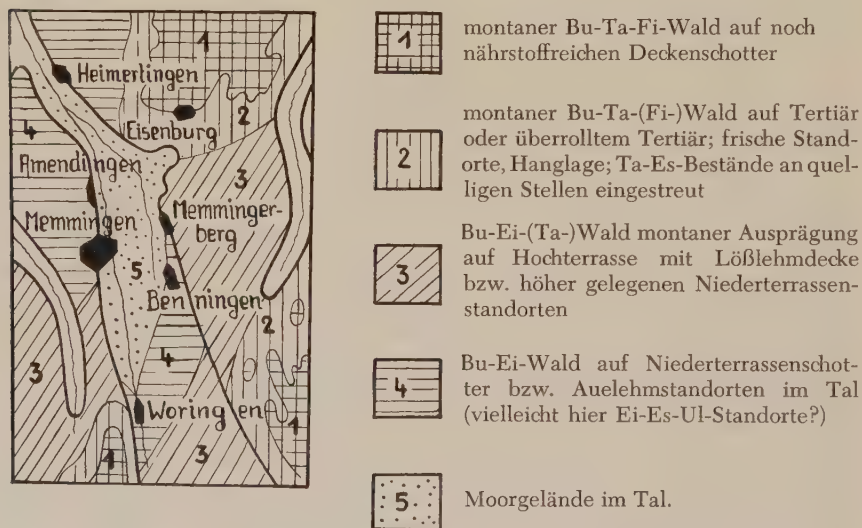


Abb. 29. Natürliche Waldtypenverteilung im Memminger Gebiet.

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Buchenstufe und läßt auf Grund der verschiedenen Höhenlagen und der sich ändernden Niederschläge und Temperaturen eine weitere Aufgliederung zu. Den Standortsbedingungen zufolge habe ich, für die Zeit vor der alemannischen Hauptbesiedlungsperiode, die natürliche Waldtypenverteilung im Memminger Gebiet zu rekonstruieren versucht. Die Buche herrschte überall vor. Dem Unterschied der verschiedenen Standortsansprüche zufolge mögen sich die übrigen Hauptholzarten, Fichte, Tanne und Eiche, auch verschieden verteilt haben. Auf den Deckenschottern

im Süden (Theinselberg und Woringen Höhen) stockte sicherlich Bergmischwald mit Buche-Tanne-Fichte, während der Fichtenanteil auf dem Deckenschotter bei Eisenburg sicher nicht mehr so hoch lag. Da das Gebiet an der Nordgrenze der natürlichen Fichtenverbreitung liegt, trat sie nicht in allen Waldgesellschaften auf. Eingeschränkt wurde sie einerseits durch die lokal-klimatischen Bedingungen — höhere Lage begünstigt Winterkälte und höhere Niederschläge — andererseits durch den Wettbewerb der Schatthölzer Buche und Tanne auf günstigen Böden. Die Tertiärhänge waren daher sicherlich bevorzugte Buchen-Tannen-Standorte. An den quelligen Hängen trat vermutlich an die Stelle der Buche die Esche. Die Tanne geht auf tiefgründige, z. T. auch schwere Böden und wird deshalb, soweit es die Höhenlage und die Niederschläge erlaubten, auch auf der mit Lößlehm bedeckten Hochterrasse neben der Buche zu finden gewesen sein. Sicherlich drang aber auf den Böden in tieferen Lagen auch die Eiche vor. Die Hänge der Hochterrasse werden wohl reine Buchenstandorte gewesen sein. Buchen-Eichen-Wald stockte wohl auf den Niederterrassenstandorten. Die niedere Lage und die Durchlässigkeit gegenüber Niederschlägen — im Vergleich dazu die Lößlehmdecke auf der Hochterrasse — begünstigten die Eiche. Ähnlich bevorzugt waren wahrscheinlich auch die Auelehmstandorte zwischen Memmingerberg und Benningen — wahrscheinlich noch mit Beimischung von Linde, Ulme und Esche — und die sich südlich daran anschließenden Niederterrassenböden. Noch weiter südlich gegen Wolfertsschwanden wird wieder die Buche vorgeherrscht haben (Abb. 29).

Ausgedehnte Rodungen veränderten das dargestellte Waldbild völlig. Außer der Zerstückelung und Zerkleinerung der Waldfläche, vollzog sich auch allmählich eine Umgestaltung in der Holzartenzusammensetzung. Durch die starke Begünstigung der Fichte im 16. Jh. und später wurde auch der Bestockungsaufbau grundlegend geändert. Die Standorte auf der Nieder- und Hochterrasse, wenige Flächen ausgenommen, wurden in Ackerland und Wiesen umgewandelt. Wald stockt heute nur noch auf Deckenschotter oder Tertiär, nur im Westen noch auf der Hochterrasse. Die Fichte herrscht immer vor. In den Wäldern des staatlichen Forstamtes Memmingen und in den Wäldern unterhalb der Eisenburg trifft man noch einige ältere Fichten-Tannen-, bzw. Buchen-Tannen-Bestände an. Obwohl künstlich angelegt, nähert sich vor allem der Eisenburger Bestand doch noch einigermaßen dem natürlichen Waldbild auf diesen Standort. Das Tal selbst — das Benninger Ried und die sekundär angelegten Eschenbestände am Wasserwerk ausgenommen — weist keinerlei Waldwuchs auf. Die Standorte wurden zum größten Teil in Wiesen, später teilweise in Äcker umgewandelt.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Das Benninger Ried ist schon seit langem als Standort der *Armeria purpurea* bekannt. Seltsamerweise hatte sich noch niemand die Mühe gemacht, das Gebiet pflanzensoziologisch zu bearbeiten. In dieser Arbeit wurden diese Untersuchungen durchgeführt.

Das *Schoenetum nigricantis* ist die herrschende Pflanzengesellschaft des Moores. Im allgemeinen läßt sich die Benninger Form dieser Gesellschaft durchaus mit Beständen, die von anderen Autoren beschrieben wurden, vergleichen. Nur die Riednelke, deren Standorte ausschließlich in dieser Pflanzengesellschaft zu finden sind, gibt ihm eine besondere Note. Das *Cladietum Marisci*, die zweitgrößte Fläche einnehmend, gehört dem Besiedlungstyp an kalkreichen Quellen an. Wie in anderen Gebieten, bestätigt sich auch hier das absolute Vorherrschen von *Cladium Mariscus*. Das *Schoenetum ferruginei subalpinum* tritt nur kleinflächig auf und immer als kurzzeitig vermittelndes Glied nach dem *Schoenetum nigricantis*. Es besitzt z. T. noch Charakterarten desselben, außer *Armeria purpurea*, und als eigene Differentialarten einige alpine Arten (*Bartsia alpina*, *Aster Bellidiastrum*, *Prunella grandiflora*). Etwas im Gegensatz zu den sonst unter dem Begriff *Molinietum coeruleae* zusammengefaßten Beständen stehen die Gesellschaften dieser Art aus dem Benninger Ried, obwohl sie einige der typischen Charakterarten aufzuweisen haben. Deutlich konnten zwei Ausbildungsstufen unterschieden werden, wobei eine davon noch zum *Schoenetum ferruginei subalpinum* neigt. Die andere ist aber durch die auftretende Kiefernbestockung artenarm und steht dem Bodenbewuchs der Kiefernbestände nahe. Richtiger ist es, die mit *Schoenetum ferruginei subalpinum* und *Molinietum coeruleae* bezeichneten Gesellschaften im Benninger Ried nur als kurze Übergangsstadien aufzufassen. Der Kiefernwald, der sich entwicklungsmäßig an das *Molinietum coeruleae* anschließt, möchte ich nur als vorläufiges Schlußglied aufgefaßt wissen. Der Kronenschluß verhindert die Verjüngung der Kiefer und begünstigt den Fichtenjungwuchs, der wohl später zum Fichtenmoorwald überleiten wird.

Als pflanzensoziologisch und ökologisch interessant erwies sich ein Bestand, der sich vor allem aus *Cladium Mariscus* und Sphagnen zusammensetzt, daneben aber auch stellenweise *Calluna vulgaris* und *Vaccinium Oxycoccus* zeigt. Die pollenanalytische Untersuchung des Bodens im angrenzenden Kiefernbestand zeigte, daß dieser aus einer ähnlichen Gesellschaft, wie sie der rezente *Cladium-Sphagnum*-Bestand darstellt, entstanden sein muß.

Neben der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften wurde auch ihre Ökologie untersucht. Es wurden zwei Bodengrundtypen festgestellt: Almboden und Anmoor. Dabei ergab es sich, daß nicht jeder Pflanzengesellschaft ein eigener Bodentyp zugesprochen werden konnte. Die Anfangsgesellschaften der Entwicklungsreihe (*Cladietum* und *Schoenetum*) gedeihen auf Alm, das *Molinietum* und der Kiefernwald auf Anmoor. Zur näheren Charakteristik der Böden diene ihre chemisch-physikalische Untersuchung. Erst sie zeigt die unterschiedlichen Standortsansprüche der Pflanzengesellschaften auf gleichen Bodentypen. Innerhalb der Sukzessionsreihe steigt die Azidität und der Luftgehalt, Kalkgehalt und Wassergehalt nehmen ab. Für das *Cladietum* und das *Schoenetum* erklären aber auch die Bodenfaktoren noch nicht die Ursache ihres

Auftretens. Hierbei mußte die morphologische Beschaffenheit des Schotteruntergrundes berücksichtigt werden. Das Cladietum siedelte in den seichten Mulden, das Schoenetum nigricantis nahm bei der Erstbesiedlung die übrige Fläche ein.

Einer näheren Untersuchung wurden auch die Durchwurzelungsverhältnisse unterzogen. Es stellte sich heraus, daß sie für die einzelnen Gesellschaften bezeichnend sind. In dem artenarmen Cladietum durchwurzelte, wie zu erwarten, hauptsächlich *Cladium Mariscus* den Boden bis zum Schottergrund. Im Schoenetum nigricantis wurde dagegen eine ausgesprochene Wurzelschichtung in drei Horizonten beobachtet. Die Durchwurzelung im Molinietum und im Kiefernwald ist vom Grundwasserstand abhängig. Der Hauptdurchwurzelungsbereich der einzelnen Arten liegt über dem Grundwasserspiegel. Das Schoenetum ferruginei subalpinum nimmt eine Mittelstellung ein.

Um auch das Klima zur Charakterisierung der Pflanzengesellschaften verwenden zu können, führte ich Temperaturmessungen durch (Lufttemperatur, Bodenoberflächentemperatur, Bodentemperatur). Es ergaben sich jeweils typische Kurvenbilder. In den offenen Gesellschaften (Cladietum, Schoenetum) stieg die Bodenoberflächentemperatur gegenüber der Lufttemperatur stark an. Das Molinietum mit seiner leichten Kiefernbestockung zeigte schon ausgeglichene Kurven, und im Kiefernwald lag die Bodenoberflächentemperatur bereits unter der Bestandstemperatur. Entsprechend war das Anhalten der Temperaturen: in den offenen Gesellschaften ein rascher Abfall der Werte, während sich im Kiefernwald die Temperatur erst langsam erhöhte, aber dafür lange Zeit so blieb.

Da aber die bisher erwähnten Untersuchungsergebnisse nur Vegetation und Ökologie des rezenten Zustandes erfassen, ging ich dazu über, die Alm-, Tuff- und Torfablagerungen im Memminger Tal pollenanalytisch zu untersuchen. Die zahlreichen Bohrungen zeigten zunächst, daß es innerhalb einer Mulde im Tal zur Sedimentation dieser Bildungen gekommen war. Die Mulde mag vielleicht selbst durch Absacken des Schotters entstanden sein, nachdem der Grundwasserstrom die Feinteile weggeschwemmt hatte. Außerdem ergab sich ein Zusammenhang zwischen dem Almvorkommen im Benninger Ried und dem Alm im übrigen Memminger Tal, d. h. das Benninger Ried blieb als letzter Rest eines ehemals großen Kalksumpfes erhalten. Auf Grund der Bodenproben ließ sich das Almgebiet in drei Abschnitte gliedern: a) Südteil: Profile bestehen ausschließlich aus Alm und Tuff; b) Nordteil: über dem Schotter liegt eine Torfschicht, die später in Alm übergeht; c) Ostrand: unregelmäßiger Wechsel von Alm, Kalkmudde und Torf. Der Beginn der Sedimentation konnte mittels der Pollenanalyse einheitlich im ganzen Tal für die Kiefernzeit ermittelt werden. Den Sedimentunterschied zu Beginn der Ablagerung führe ich darauf zurück, daß im Nordteil des Tales kalkreiches Wasser fehlte oder in zu geringer Menge vorhanden war. Die Alm- und Tuffbildung selbst wurde als „pflanzenbedingte Kalkfällung“ erkannt, verursacht durch die Assimilationstätigkeit von Blaualgen und Moosen. Schon die Stratigraphie der Bö-

den ließ eine Standortsänderung im Laufe des Postglazials vermuten. Die Pollenanalyse der Torfe zeigte, daß sich diese Änderung von Süden nach Norden verzögerte. In der Fi-EMW-Zeit war sie im wesentlichen abgeschlossen.

Dem Wechsel der Böden und damit der Standortänderung kam eine Änderung der Vegetation gleich, die mit den rezenten ökologischen Zusammenhängen übereinstimmt. Aus dem Vergleich der rezenten Vegetation des Benninger Riedes mit ihrem Standort kam ich zu dem Schluß, daß auch die fossilen Almböden Kopfbinsengesellschaften getragen haben müssen. *Cladium*-tuff weist auf ein frühes Vorkommen von *Cladium Mariscus* auf diesen Standorten hin. Aus der Verschiebung der Bodentypen ergab sich als Folge ein Vordringen der kopfbinsenähnlichen Gesellschaften nach dem Norden des Tales und eine Verringerung der Torfflächen. Als Vegetation für die Torfböden nahm ich auf Grund der Großreste Seggen- und Moliniabestände an. Der z. T. anmoorige Charakter des Torfes vermag dies nur zu unterstreichen.

Das Ende der Sedimentation konnte nicht näher bestimmt werden. Die im Mittelalter beginnende Entwässerung und Besiedlung der Talböden dürfte aber wohl als Ende der Sedimentation und Beginn einer Vegetationsumwandlung angesehen werden.

Die an das Tal angrenzende Waldvegetation wurde nur in einem einzigen Pollendiagramm in ihrem vollständigen postglazialen Ablauf erfaßt. Im wesentlichen spiegelt dieses die von PAUL & RUOFF für das schwäbische Alpenvorland ermittelte Waldfolge wider. Lediglich die Aufgliederung der Buchen-Tannen-Fichten-Zeit in einzelne Phasen konnte nicht festgestellt werden, weil das Untersuchungsgebiet nördlich der Jungmoräne liegt. Die von mir nach den Standortsbedingungen rekonstruierten Waldgesellschaften vor dem Eingriff des Menschen zeigen den Bu-Ta-Fi-Wald montäner Ausprägung nur auf Dekenschotter. Tertiärböden trugen dagegen Bu-Ta-Wald mit Esche, während auf der Hochterrasse hauptsächlich die Buche vorherrschte, je nach Boden und Lage vergesellschaftet mit Tanne oder Eiche. Auf Niederterrassenschotter, soweit dieser nicht vom Moor überdeckt war, drang der Bu-Ei-Wald vor.

Es darf wohl der Nachweis als erbracht gelten, welche Entwicklung ein solcher präalpinen Kalksumpf seit der Eiszeit genommen hat und welche Bedingungen bis heute die Verteilung seiner Pflanzengesellschaften regeln.

Für die Förderung, die er meiner Arbeit in jeder Beziehung angedeihen ließ, habe ich meinem sehr verehrten Lehrer Herrn Prof. FR. MARKGRAF sehr zu danken. Prof. FIRBAS ermöglichte mir in seinem Institut die Arbeitsmethodik der Pollenanalyse kennenzulernen. Auch ihm sei an dieser Stelle herzlichst gedankt. Auch soll die bereitwillige finanzielle Unterstützung durch die Stadt und den Landkreis Memmingen nicht unerwähnt bleiben, die erst den Druck der zahlreichen Abbildungen und der Karten ermöglicht hat.

Literaturverzeichnis

BAUMANN, E.: Die Vegetation des Untersees. — Arch. Hydrobiol., Suppl. 1., Bd. 1, 1911.

- BÜCHELE: Der Alm in der Umgebung von Memmingen. — 11. Jb. naturh. Ver. Augsburg.
 — Das Memminger Ried. 1855.
- BRACK, P.: Zwischen Iller und Lech. H. 1, 1926.
- BRAUN-BLANQUET, J.: Pflanzensoziologie. 2. Aufl., 1951.
- EHRHARDT, J.: Topographie von Memmingen. 1813.
- ERDTMANN, PH., D.: An Introduction to Pollen-Analysis. Waltham, Mass. USA, 1954.
- ERHART, B.: Ökonomische Pflanzenhistorie. Ulm und Memmingen 1756.
- FAEGRI, K., & IVERSEN, J.: Text-Book of Modern Pollen-Analysis. Copenhagen 1950.
- FIRBAS, FR.: Waldgeschichte Mitteleuropas. Bd. 1/2, Jena 1949/1952.
- GAMS, H., & NORDHAGEN, R.: Postglaciale Klimaänderung und Erdkrustenbewegung in Mitteleuropa. — Landesk. Forsch. Geogr. Ges. München, 25, 1923.
- GRAUL, H., & SCHAEFER, I.: Die Verlagerung der mittleren Iller während des Mittel- und Jungpleistocäns. — Geologica Bavarica 18.
- HEGI, G.: Illustrierter Flora von Mitteleuropa. Bd. I—VII, München 1909—1936.
- HÖFLER, K.: Die Manninger Wiese. — Festschr. landw. chem. Bundesversuchsanst. in Linz, 1949.
- HORNSTEIN, FR. v.: Wald und Mensch. Ravensburg 1951.
- HUBER & REHM: Flora der Umgebung von Memmingen. 1860.
- IVERSEN, J.: Blütenbiologische Studien I. Dimorphie und Monomorphie bei *Armeria*. — Biol. Medd. danske Vidensk. Selskab. 15, 8, 1940.
- JENNE-EICKE, J.: Sukzessionsstudien in der Vegetation der Ammermündung. — Diss. München, 1950.
- KARRER: Memminger Chronik, 1805.
- KOEBERLIN: Flora von Memmingen. — Handschrift, 1839.
- KOCH, K.: Klimaatlas von Bayern. Bad Kissingen 1952.
- KOCH, W.: Die Vegetationseinheiten der Linthebene. — Jb. St. Gallener Naturwiss. Ges. 61, 1925.
- KUBIENA, W.: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart 1953.
- KULCZYNSKI, S.: Die diluviale Dryasflora der Gegend von Przemyśl. Acta Soc. Bot. Pol. 9, 1932.
- LAATSCH, W.: Dynamik mitteleuropäischer Mineralböden. Dresden-Leipzig 1954.
- LANG, G.: Zur späteiszeitlichen Vegetationsgeschichte und Florengeschichte Südwestdeutschlands. — Flora 139, 1952.
- LUNDEGARDH, H.: Klima und Boden. Jena 1954.
- LUTZ, J.: Geobot. Betrachtungen am Cladietum Marisci in Süddeutschland. — Ber. d. Bayer. Bot. Ges. 23, 1938, 135.
- OBERDORFER, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora von Südwestdeutschland. Stuttgart 1949.
- PAUL, H., & RUOFF, S.: Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. — Ber. d. Bayer. Bot. Ges. 20, 1—264, 1932.
- RUBNER, K.: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. Neudamm, 3. Aufl. 1934.
- SCHERRER, M.: Vegetationsstudien im Limnathal. — Veröff. d. Inst. Rübel, Zürich, 2, 1928.
- SCHMALE, F.: Das Naturschutzgebiet Colmer Luch. — Verh. d. bot. Ver. Prov. Brandenburg, 76—79, 1936—39.
- SENDTNER, O.: Vegetationsverhältnisse Südbayerns. 1854.
- TÜXEN, R.: Der pflanzensoziologische Garten in Hannover. — Jb. naturhist. Ges. Hannover, Sonderdr. 94—98, 1947.
- VOLLMANN, F.: Flora von Bayern. 1914.
- VOLLMAR, F.: Die Pflanzengesellschaften des Murnauer Moores. 1947.

- WALLNER, J.: Wie entstand der Alm? — Bl. Naturschutz und -pflege, 18. Jg. H. 1, 1935.
- Wie entstand der Kalktuff? — Lech-Isarland, 11. Jg. Sept.-H. 1935.
 - *Oocardium stratum* Naeg., eine wichtige tuffbildende Alge Südbayerns. — Planta **20**, H. 2, 1933.
 - Die Beteiligung kalkablagernder Pflanzen bei der Tuffbildung in Südbayern. — Bibliotheca Botanica, H. 110, 1934.
- WUNDERER, K.: Das Benninger Ried. — Zwischen Iller und Lech, H. 2, 1927.
- Neues und Altes vom Benninger Ried. — Heimatgeschichtl. Bl., 1927.
- ZOBRIST, L.: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Schoenetum nigricantis des nordostschweizer Mittellandes. — Beitr. geobot. Landes-aufn. d. Schweiz **18**, 1935.
- Belagerungskarten von Memmingen aus dem 30jährigen Krieg (1647). Stadtbibliothek Memmingen.
 - Karte der Umgebung von Memmingen, gez. von G. L. Stebenhaber v. Hetzlinshofen, 1860. Stadtmuseum Memmingen.
 - Katasterblatt Benningen SW 44, 1819 graphisch bestimmt und gemessen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. HANS LANGER, München 19, Botan. Inst., Menzinger Str. 71.

Als Sohn des Telegrafikermeisters Robert Langer und seiner Ehefrau Franziska wurde ich am 8. 2. 1933 in Komotau (Sudeten) geboren. Nach 4 Klassen Volksschule in Saaz trat ich in das dortige Ackermann-Gymnasium ein. Nach dem Zusammenbruch im Jahre 1945 wurde ich nach Westdeutschland ausgewiesen. In Memmingen (Allgäu) besuchte ich dann die dortige Oberschule, die ich 1953 absolvierte. Nach anschließend 8 Semester Studium der Naturwissenschaften in München promovierte ich in Botanik (Bodenkunde, Zoologie) im Herbst 1957.

